

Э. С. ПОГОСБЕКОВ

МНОГОЛЕТНЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

В [2] автором рассматривался вопрос определения полного потребного объема аккумуляирования газа применительно к тепловым электростанциям, использующим в качестве топлива газ, ведущим вынужденное сезонно-многолетнее компенсированное регулирование в энергосистеме. Способ определения объема опирается на метод статистических испытаний [3, 4], по которому моделируется искусственный энергетический ряд большой длительности и балансовым способом вычисляется потребный объем многолетнего аккумуляирования [2].

Чем длиннее искусственный ряд, по которому вычисляется аккумуляирующий объем W , тем надежнее значение потребного объема и тем меньше вероятность его полного использования. Вероятность полного использования этого объема обратно пропорциональна числу членов ряда N . Ясно, что эта вероятность уже при $N > 100$ будет весьма малой величиной и практическое осуществление объема со столь малой вероятностью его полного использования не может быть целесообразным.

Повышение этой вероятности до практически целесообразной величины может быть достигнуто за счет уменьшения объема аккумуляирования (против потребной величины W), при котором полностью заполненное и опорожненное состояния емкости за рассматриваемый срок N будут наблюдаться большее число раз. В их числе будут случаи и недостаточности объема, когда-либо по причине заполненности емкости не удастся принять весь поступающий по газопроводу газ, либо по причине полного опорожнения ощущается потребность в дополнительном приеме газа по магистральному газопроводу.

Введем количественную оценку регулирующей способности аккумуляирующей емкости через долю лет (из всех рассмотренных лет N), в которые обеспечивается многолетнее регулирование, т. е. когда аккумуляирующий объем не переполняется и не оказывается опорожненным и дефицитные по газу годы. В качестве такого показателя может служить понятие обеспеченности p , применяемое в хозяйственных расчетах. Если через m' мы обозначим число лет, в которые обеспечивается многолетнее регулирование, то обеспеченность объема многолетнего аккумуляирования можно выразить через

$$p_1 = \frac{\pi'}{1+N} 100.$$

Определение обеспеченности p_1 объема многолетнего аккумулярования базируется на ранее приведенной принципиальной схеме расчета [2] при ограничивающем условии — заданной величине объема аккумулярования ω_p и исходит из предпосылки, что аккумулярующая емкость ω_p уже перед началом эксплуатации наполовину заполнена газом. Последнее отпранное положение является единственно целесообразным для работы газохранилища в режиме многолетнего регулятора полной сбалансированности (без сброса газа), ибо невозможно предсказать будет ли первым циклом работы газохранилища наполнение объема или опорожнение, так как оба эти события равновероятны. Емкость, предварительно наполовину заполненная газом, дает возможность завершать режимные циклы как полным заполнением, так и полным опорожнением объема с одинаковой степенью вероятности.

В работе системы газопровод-газохранилище с заданными параметрами — пропускной способностью газопровода \mathcal{E} и аккумулярующей емкостью ω_p рассмотрим три состояния, характеризующих газопередачу в каждом году.

Первое состояние — когда газохранилище имеет промежуточное наполнение при полном удовлетворении потребителей газом. Этому состоянию удовлетворяет формальное условие — $\omega_p/2 < \Delta\mathcal{E} < +\omega_p/2$.

Второму состоянию отвечают годы, когда газохранилище полностью опорожнено при повышенном (против газоподачи \mathcal{E}) газопотреблении ($1 - \Delta\mathcal{E} > \omega_p/2$ или $\Delta\mathcal{E} < -\omega_p/2$). В этом случае потребитель ощущает недостаток в газе на величину $\Delta\mathcal{E} - \omega_p/2 = \Delta\mathcal{E}$.

И третий случай, когда газохранилище полностью заполнено при пониженном газопотреблении против подачи \mathcal{E} ($1 - \Delta\mathcal{E} > \omega_p/2$ или $\Delta\mathcal{E} > +\omega_p/2$); в эти годы ощущается излишек в газе и требуется снизить добычу газа на величину $+\Delta\mathcal{E} - \omega_p/2 = +\Delta\mathcal{E}$ или $\Delta\mathcal{E} - \omega_p/2 = \Delta\mathcal{E}$.

Оба последних случая будем квалифицировать как годы не-обеспеченные регулированием из-за недостаточной регулирующей способности газохранилища активной емкостью ω_p .

Согласно изложенному, расчет регулирования газопотребления по балансовому уравнению (1) должен вестись так, чтобы соблюдались условия непереопаживания и „непереопаживания“ аккумулярующей емкости, т. е. чтобы $1 - \Delta\mathcal{E} < \omega_p/2$ или $-\omega_p/2 < \Delta\mathcal{E} < \omega_p/2$.

В таком случае в годы, когда численные значения наполнений $[+\Delta\mathcal{E}]$ и опорожнений $[-\Delta\mathcal{E}]$ (балансовых разностей) по абсолютной величине оказываются выше заданной предельной величины $\omega_p/2$, в расчет должна включаться для исчисления последующего года величина $\omega_p/2$ с соответствующим балансовой разности знаком.

Для последующего же учета встречающихся дефицитов $-\Delta\mathcal{E} = -|\delta\mathcal{E}| - \omega_p/2$ и излишков $+\Delta\mathcal{E} = |\delta\mathcal{E}| - \omega_p/2$ газа последние дополнительно фиксируются в процессе вычислений.

Формализуя изложенные условия, получим следующий алгоритм расчета по балансовому уравнению (1):

$$\delta\mathcal{E}_i = \begin{cases} (\delta\mathcal{E}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_i) & \text{при } -\frac{\omega_p}{2} < (\delta\mathcal{E}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_i) < \frac{\omega_p}{2} \\ \frac{\omega_p}{2} & \text{при } (\delta\mathcal{E}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_i) > \frac{\omega_p}{2} \\ -\frac{\omega_p}{2} & \text{при } (\delta\mathcal{E}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_i) < -\frac{\omega_p}{2} \end{cases}$$

$$\Delta\mathcal{E}_i = \begin{cases} 0 & \text{при } -\frac{\omega_p}{2} \leq \delta\mathcal{E}_i \leq \frac{\omega_p}{2} \\ + \left(|\delta\mathcal{E}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_i| - \left| \frac{\omega_p}{2} \right| \right) & \text{при } \delta\mathcal{E}_i > \frac{\omega_p}{2} \\ - \left(|\delta\mathcal{E}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}} - \mathcal{E}_i| - \left| \frac{\omega_p}{2} \right| \right) & \text{при } \delta\mathcal{E}_i < -\frac{\omega_p}{2} \end{cases}$$

Если через m_n обозначить число лет, в которые заданный объем аккумулярования ω_p не обеспечивает полного регулирования, т. е. когда газохранилище заполнено при наличии излишков газа ($\delta\mathcal{E} > \omega_p/2$) и опорожнено при дефиците в нем ($\delta\mathcal{E} < -\omega_p/2$), то обеспеченность объема аккумулярования выразится так

$$p_n = \frac{N - m_n}{N + 1} 100.$$

С другой стороны, если систему газопровод-газохранилище рассматривать по отношению к потребителю, когда перебойными годами для него являются только годы дефицитные по газу, обеспеченность работы системы с точки зрения бесперебойного снабжения потребителя газом будет количественно оцениваться через число m_1 дефицитных лет

$$p_c = \frac{N - m_1}{N + 1} 100.$$

Ввиду того, что нами рассматриваются нормально распределенные процессы, число дефицитных m_1 и избыточных m_n лет, как подтверждают расчеты, практически оказывается одинаковым $m_1 = m_n$ и в сумме они дают число лет m_n необеспеченных регулированием $m_1 + m_n = m_n$.

В таком случае можно записать, что

$$p_c = \frac{N - \frac{m_n}{2}}{N + 1} 100.$$

Анализ расчетов по регулированию на смоделированных длинных рядах показывает, что многолетнее регулирование газопотребления при ежегодной подаче газа к газохранилищу на уровне $\bar{\mathcal{E}}$ приводит к неоправданно большим значениям объемов аккумуляции W .

Причиной этому является следующее обстоятельство.

Нами принято, что в многолетнем разрезе выработка электроэнергии и соответственно газопотребление ТЭС протекают как стационарный случайный процесс, выраженный нами одной реализацией большой длительности, в виде смоделированного искусственного ряда годовых объемов энергии (газопотребления) нормальной распределенности [1, 2].

Естественно, что основной параметр этого ряда $\bar{\mathcal{E}}$ — средне-многолетняя величина годового объема газопотребления численно не будет равна средним значениям $\bar{\mathcal{E}}_i$ на отдельных участках этого ряда, в силу циклических свойств, присущих стационарным случайным процессам.

Раз это так, то необходимо приспособить подачу газа к этим средним значениям на отдельных участках, чтобы выдержать некоторый баланс между подачей и потреблением газа. В противном случае эта разница будет приводить к чрезмерному возрастанию потребных объемов аккумуляции.

Приспособление подачи газа к колеблющимся значениям средне-многолетнего уровня потребления целесообразно осуществлять соответствующими периодическими многолетними изменениями газоподачи. Такие компенсирующие изменения газоподачи от средне-многолетнего значения $\bar{\mathcal{E}}$ на величину $\Delta\bar{\mathcal{E}}$ могут производиться по признаку наблюдаемой тенденции роста балансовых разностей $-\delta\bar{\mathcal{E}}_i$. Скажем, если балансовая разность за прошедший $(i-1)$ год была положительной, т. е. газохранилище к началу i -го года заполнено более чем на половину своего активного объема, то подачу газа в i -ом году следует снизить против $\bar{\mathcal{E}}$ на установленную величину $\Delta\bar{\mathcal{E}}$, т. е. осуществить ее на уровне $(\bar{\mathcal{E}} - \Delta\bar{\mathcal{E}})_i$. Если же балансовая разность в $(i-1)$ году была отрицательной, т. е. газохранилище к началу i -го года заполнено менее чем на половину своего объема, то подачу газа в i -ом году следует осуществить на уровне $\bar{\mathcal{E}} + \Delta\bar{\mathcal{E}}$.

Схема расчета многолетнего регулирования газопотребления с учетом компенсирующего режима подачи газа может быть формализована так

$$\delta\bar{\mathcal{E}}_i = \begin{cases} \delta\bar{\mathcal{E}}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}}_i - \bar{\mathcal{E}}_i & \text{при } -\frac{w_p}{2} \leq \delta\bar{\mathcal{E}}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}}_i - \bar{\mathcal{E}}_i \leq \frac{w_p}{2} \\ +\frac{w_p}{2} & \text{при } \delta\bar{\mathcal{E}}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}}_i - \bar{\mathcal{E}}_i > \frac{w_p}{2} \\ -\frac{w_p}{2} & \text{при } \delta\bar{\mathcal{E}}_{i-1} + \bar{\mathcal{E}}_i - \bar{\mathcal{E}}_i < -\frac{w_p}{2} \end{cases}$$

ПА-8636

где

$$\bar{\mathcal{E}}_i = \begin{cases} \mathcal{E} & \text{при } \delta\mathcal{E}_{i-1} = 0 \\ \mathcal{E} + \Delta\mathcal{E} & \text{при } \delta\mathcal{E}_{i-1} < 0 \\ \mathcal{E} - \Delta\mathcal{E} & \text{при } \delta\mathcal{E}_{i-1} > 0. \end{cases}$$

Путем последовательных просчетов по заданному многолетнему ряду газопотребления на разные величины объемов аккумулярования ω_p при заданном значении среднеемноголетней подачи газа можно составить зависимость $\omega_p = f(p_i)$.

В качестве примера на рис. 1 приведена такая кривая по вырав-

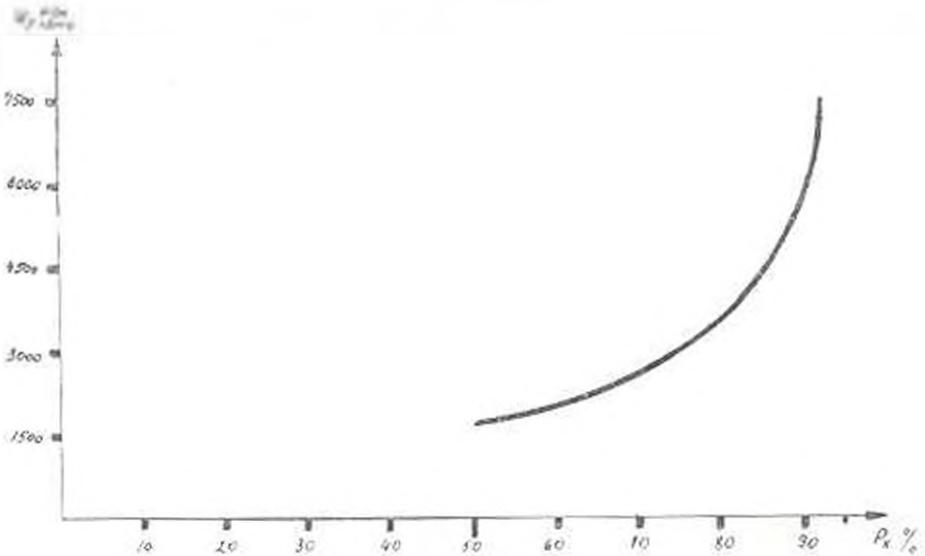


Рис. 1.

нивающей энергии со стандартом отклонения многолетних колебаний $\sigma = 880$ млн. квтч. Эта зависимость позволяет подобрать к заданной среднеемноголетней газоподаче \mathcal{E} потребный объем аккумулярования ω_p , обеспечивающий многолетнее регулирование на заданную величину обеспеченности p_i или p_c .

АрмНИИЭ

Поступило 26.XI.1966

Է. Ս. ՍՈՑՈԲԵՅՈՎ

ԳԱԶԱՊՈՒՄՆԱՆ ԲԱԶՄԱՅՅԱ ԿԱՐԳԱՎՈՐՈՒՄԸ ԷՆԵՐԳԱՍԻՍՏԵՐՈՒՄ

Ու մ փ ո փ ո ռ մ

Հորվածում շարադրված է գազամատակարարման կարգավորման հաշվառման սխեման՝ կառուցված հաշվեկշռային մեթոդի հիման վրա: Սխեման մշակված է վիճակագրական փորձարկումների մեթոդով՝ ջերմային էլեկտրակայանի զազասպառման մոդելացված արհեստական բազմամյա շարքի համար:

Կարգավորման էսթիմներ կայանում է նրանում, որ զազասպառման բազմամյա շարքի հիման վրա, զազի բազմամյա մատակարարման և կուտակման

տրված միջին ծախսի դեպքում, կատարվում է կուտակի: տարողութիւն սար-
քերական լցնում ու դատարկում՝ կախված զաղաստացածան տարեկան շափե-
րից: «Ընդհատուղ» տարիների թանակի հիման վրա, երբ կուտակի տարողու-
թիւնն ի վիճակի չի ընդունել գազի ավելցուկի նոր քանակ և սպառողին տալ
գազի պակասող ծախսները, որոշվում է տվյալ գազամբարի կարգավորող
ընդունակութիւնն ապահովածութիւնը: Երբ թանի նաշվարկների միջոցով տար-
քեր ծախսների համար կարող են կառուցվել կուտակի: տարողութիւնն և ծա-
խսի ապահովածութիւնն կախման կորերը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Осипян А. М., Абдуллаева Ф. С. Экономика газохранилища в энергосистеме А., 1961.
2. Погорелков Э. С. Определение объема многолетнего аккумулярования газа для тепловых электростанций энергосистемы. Известия АН АрмССР, т. XX, № 1, 1967.
3. Сафаров Е. Д. Основы водозатратных и энергоэкономических расчетов гидро-электрических станций. Ереван, 1965.
4. Свинидзе Г. Г. Основы расчета регулирования речного стока методом Монте-Карло. Тбилиси, 1964.