

А. П. АВДЕНДИН¹, А. В. ФИЛИМОНОВ², В. С. ШАТАЛОВ³

Экономическая целесообразность двухставочного тарифа оплаты электроэнергии на КНС

При оплате израсходованной электроэнергии применение двухставочного тарифа выгодно потребителям с равномерным суточным графиком нагрузки. Однако нагрузка канализационных насосных станций, как и всей системы водоотведения (водоснабжения) подавляющего большинства городов, неравномерна — в течение суток она изменяется в 4–6 раз. При такой неравномерности графика нагрузки, а следовательно, и потребляемой электроэнергии экономическая целесообразность перехода на оплату по двухставочному тарифу, очевидно, отсутствует. Для того чтобы суточный и годовой графики потребления электроэнергии стали равномерными, необходимо провести модернизацию насосной станции, включающую строительство достаточно емкого буферного резервуара для стоков, поступающих во время пиковых нагрузок.

Для оценки экономической целесообразности такой модер-

низации следует определить объем буферного резервуара и соотношение между средней и пиковой мощностью насосных агрегатов. Поскольку предполагается оценить величину экономии затрат на электроэнергию на качественном уровне, аппроксимируем нормированный суточный график объема перекачиваемых стоков $Q(t)$ гармоническим рядом, ограничившись его первыми четырьмя членами:

$$Q(t) = 0,565 + 0,0283 \cos\left(2\pi \frac{t}{T} + 0,4\pi\right) +$$

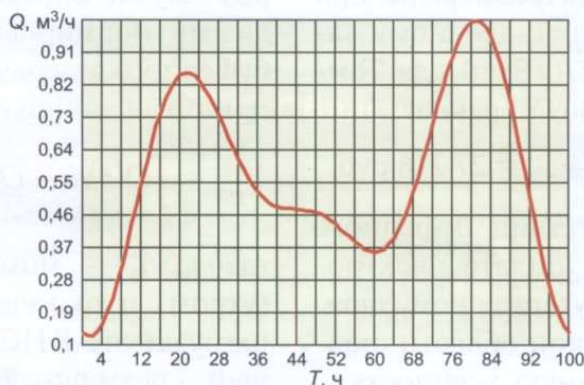
$$+ 0,283 \cos\left(4\pi \frac{t}{T} + 0,9\pi\right) + 0,169 \cos\left(6\pi \frac{t}{T} + \pi\right), \quad (1)$$

где $0 \leq t \leq T$; T — интервал аппроксимации, равный суткам (для удобства последующих вычислений в процентах).

График, построенный по выражению (1), приведен на рисунке.

Нормированное среднее значение скорости поступления стоков равно:

$$Q_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T Q(t) dt = 0,565, \quad (2)$$



Нормированный суточный график объема перекачиваемых стоков

¹ Авдендин Александр Петрович, главный энергетик, МУП «Томский энергокомплекс»

634021, Россия, г. Томск, ул. Шевченко, 41а, тел.: (3822) 24-92-54, e-mail: kip@vodokanal.tomsk.ru

² Филимонов Алексей Викторович, кандидат технических наук, директор ООО «НТФ «Микроникс»

644007, Россия, г. Омск, ул. Третьяковская, 69, тел.: (3812) 35-10-60, e-mail: micronix@mx-omsk.ru

³ Шаталов Владимир Семенович, кандидат технических наук, начальник сектора НИОКР, ООО «НТФ «Микроникс»

Тел.: (3812) 35-10-60, e-mail: micronix@mx-omsk.ru

откуда пиковая нагрузка на КНС в $1/0,565 = 1,77$ раза превышает среднюю, а отношение пиковой нагрузки к минимальной равно $1/0,127 = 7,87$ раза. Эти соотношения немного больше, чем встречаются на практике на интервале суток, но оправданы с учетом недельных и сезонных колебаний средних значений перекачиваемых стоков.

Для определения стоимости потребляемой электроэнергии перейдем от относительных единиц к абсолютным и рассмотрим некоторую КНС, перекачивающую в среднем $Q_{cp} = 100 \text{ м}^3/\text{ч} \approx 0,0278 \text{ м}^3/\text{с}$ стоков с напором $H = 50 \text{ м}$. Мощность, кВт, насосов равна:

$$P_{cp} = 9,81 \frac{Q_{cp} H}{\eta}, \quad (3)$$

где $\eta = 0,65$ – КПД насосного агрегата.

Из выражения (3) при подстановке в него указанных значений Q_{cp} и H следует, что мощность насосов, обеспечивающих перекачку среднего объема стоков, $P_{cp} = 21 \text{ кВт}$. Соответственно для пиковой нагрузки требуется мощность насосов $P_{max} = 21 \cdot 1,77 \approx 37 \text{ кВт}$.

Стоимость потребленной за месяц электроэнергии при оплате по одноставочному тарифу [1,8 руб/(кВт·ч) для Томской обл. в 2009 г.] равна:

$$C_1 = 1,8 \cdot 21 \cdot 24 \cdot 30 = 27\,216 \text{ руб.}$$

При отсутствии буферного резервуара и оплате электроэнергии по двухставочному тарифу [для Томской области ставка за заявленную мощность – 410 руб/кВт в месяц, ставка за потребленную энергию – 1,6858 руб/(кВт·ч)] и с учетом того, что расход электроэнергии для перекачки одного и того же объема незначительно зависит от номинальной мощности насоса, затраты составят:

$$C_2 = 410 \cdot 37 + 1,6858 \cdot 21 \cdot 24 \cdot 30 = 40\,659 \text{ руб.},$$

а при наличии буферного резервуара:

$$C_3 = 410 \cdot 21 + 1,6858 \cdot 21 \cdot 24 \cdot 30 = 34\,099 \text{ руб.},$$

что доказывает явную нецелесообразность перехода на двухставочный тариф независимо от того, имеется ли буферный резервуар или нет.

Аналогичный расчет, проведенный для тарифов, установленных на 2009 год для Новосибирской области [одноставочный – 1,663 руб/(кВт·ч), двухставочный – 621,129 руб/кВт в месяц за заявленную мощность и 0,669 руб/(кВт·ч) за израсходованную электроэнергию], дает следующие значения стоимости энергии:

$$C_1 = 25\,144 \text{ руб.},$$

$$C_2 = 33\,097 \text{ руб.},$$

$$C_3 = 23\,158 \text{ руб.}$$

Если в первом случае модернизация и переход на двухставочный тариф убыточны, то во втором случае при переходе на двухставочный тариф ежемесячно будет экономиться $\mathcal{E} = C_1 - C_3 = 1985 \text{ руб.}$, или 7,9% месячной стоимости энергии по одноставочному тарифу.

Для оценки срока окупаемости модернизации КНС во втором случае определим необходимый нормированный объем буферного резервуара исходя из принятой аппроксимации $Q(t)$:

$$V_{рез} = \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt - Q_{cp}(t_2 - t_1), \quad (4)$$

где t_1 , t_2 – моменты начала (утром) и окончания (ночью) нагрузки на КНС, превышающей среднюю. В рассматриваемом случае $t_1 = 0,125T$ и $t_2 = 0,915T$.

Проведенные вычисления в соответствии с выражением (4) дают значение (в долях от суточного объема стоков) $V_{рез} \approx 0,058T$. Поскольку суточный объем перекачиваемых

стоков $V_{сут} = Q_{cp} T = 0,565T$, относительный объем буферного резервуара $V_{отн} = V_{рез}/V_{сут} = 0,102$, или 10,2% суточного объема.

Удельная стоимость строительства железобетонных резервуаров (в ценах 2009 г.) составляет около 7 тыс. руб. за 1 м^3 объема. Стоимость проектных, монтажных и пусконаладочных работ КНС – 300 тыс. руб. Следовательно, сумма затрат на модернизацию рассматриваемой КНС ориентировочно составит:

$$C_{рез} = 7 \text{ тыс. руб.} \times 0,102 \times 100 \text{ м}^3/\text{ч} \times 24 \text{ ч} = 1713,6 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{модерн} = C_{рез} + C_{пнр} = 2013,6 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости модернизации КНС (для Новосибирской области) при одновременном переходе на оплату электроэнергии по двухставочному тарифу составит:

$$\mathcal{E}_ф = C_{модерн}/\mathcal{E} = 2013 \text{ тыс. руб.} / (1,985 \text{ тыс. руб./мес}) = 1014 \text{ мес.}$$

Выводы

Переход на оплату электроэнергии, потребляемой канализационной насосной станцией, по двухставочному тарифу оправдан только при определенных соотношениях между платой за заявленную мощность и израсходованную электроэнергию, а также при наличии на всех станциях буферных резервуаров. Строительство буферных резервуаров для перехода на оплату электроэнергии по двухставочному тарифу, даже в случае его безубыточности, нецелесообразно вследствие длительного (более 80 лет) срока окупаемости затрат на такую модернизацию. Однако при наличии буферных резервуаров достаточного объема следует рассмотреть и возможность перехода на двухставочный тариф при расчетах за электроэнергию системы водоотведения в целом.