

Показатели потребления и утвержденные нормы расхода ТЭР

Показатели	Г о д ы				
	1999	2000	2001	2002 по отчету	2002 утвержденные
Электрическая энергия, тыс. кВт·ч (норма/факт)	2200/1853	1950/1952	2291/1867	2252	2040
в том числе на:					
производственные нужды	1310/971	1041/1067	1301/1067	1186	1020
коммунально-бытовые нужды	890/882	909/885	990/978	1066	1020
Тепловая энергия, Гкал (норма/факт)	13344/13342	10308/9795	10263/10462	11054	9939
в том числе:					
горячее водоснабжение	4981/4981	2929/2124	2929/2932	2932	2932
отопление и вентиляция	8363/8361	7379/7671	7334/7530	8122	7007

Суммарное годовое потребление ТЭР по университету составляет более 2.3 тыс. т у. т., поэтому вопросы экономии энергоресурсов актуальны для бюджетной организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лоскутов А.Б., Шевченко А.С. Методика расчета экономии электроэнергии в действующих осветительных установках в помещении при проведении энергетического аудита // Электротехника. – 2000, № 1.
2. Положение «О нормировании расхода тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь». Госкомэнергоэффективности. – Мн., 2000.
3. Энергоаудит и нормирование расходов энергоресурсов. Сборник методических материалов. – Нижний Новгород, 1998.

УДК 658.54+662.676

П.М. Клепацкий, канд. техн. наук ; Т.Ф. Шкарупа, канд. техн. наук, ОИЯЭИ – «Сосны»
НАН Беларуси

**МЕТОДИКА НОРМИРОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ
СТАНЦИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ «БЕЛТРАНСГАЗ» И ЕЕ ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

The calculation method to determine the specific energy consumption for compressed natural gas fuelling stations is developed. The specific total electrical energy consumption dates for «Beltransgas» are presented.

Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС) предназначены для компримирования природного газа и заправки его в автомобильные газобаллонные установки, представляют собой электроприводные стационарные газоконпрессорные станции с системами предварительной очистки, осушки и охлаждения газа, аккумуляторами компримированного газа и 8–10 заправочными колонками.

В настоящее время на предприятии «Белтрансгаз» находятся в эксплуатации 24 АГНКС пяти типов: с номинальной проектной загрузкой 500 и 250 заправок автомобилей в сутки.

Основным потребителем ТЭР на АГНКС является стационарная компрессорная установка (СКУ), работающая от электропривода. Поэтому основным видом ТЭР, потребляемым АГНКС, является электроэнергия.

Производственная технология АГНКС предусматривает неизбежные технологические потери природного газа. 18 АГНКС имеют оборудование для отопления и горячего водоснабжения, которое работает на природном газе, поэтому второй вид ТЭР, потребляемый АГНКС, – природный газ.

Методика нормирования потребления ТЭР разработана расчетно-аналитическим методом с учетом конкретных условий производства, установленного технологического и энергетического оборудования, его технического состояния и режима работы.

Структура потребления ТЭР АГНКС состоит из потребления электроэнергии основным технологическим оборудованием и электроэнергией и природного газа вспомогательным технологическим оборудованием. Потребление ТЭР основным технологическим оборудованием включает в себя:

- расход электроэнергии на компримирование газа стационарными компрессорными установками;
- расход электроэнергии на работу контрольных и управляющих приборов и механизмов (САУК);
- потери электроэнергии и природного газа при работе оборудования, технологических агрегатов и установок.

Электроснабжение АГНКС осуществляется от городских или районных электросетей. Общее количество типов электропотребляющего оборудования на АГНКС – 40, число потребителей электроэнергии 150–200.

Расчет планового потребления электроэнергии производится по нижеприведенной схеме.

На основе планового задания по объему отпускаемого газа по всему предприятию и по каждому АГНКС, а также паспортных данных о производительности СКУ рассчитываются на планируемый промежуток времени количество загруженных СКУ по каждому АГНКС и время работы. СКУ, установленные на данной АГНКС, – однотипны. Потребление электроэнергии не зависит от того, работает ли один СКУ 20 или два СКУ по 10 часов. Поэтому при расчете времени работы СКУ АГНКС рассчитывается суммарное время, т. е. время, необходимое на выполнение планового задания по объему отпуска АГНКС одним СКУ. Время работы СКУ рассчитывается по следующей формуле:

$$\tau = \frac{V_{пл}}{P}, \text{ ч}, \quad (1)$$

где $V_{пл}$ – плановое задание по объему отпускаемого газа, м^3 ; P – производительность СКУ, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Время работы основного технологического оборудования так или иначе связано со временем работы СКУ, т. е. с τ , и определяется технологическим регламентом работы для данного типа АГНКС. Исключением является только система осушки газа, реальное время работы которой сильно зависит от качества, в первую очередь от влажности, поступающего на вход АГНКС газа. Опыт работы показывает, что даже для одно-

типных АГНКС время работы системы осушки зависит от ряда неподдающихся учету факторов и является индивидуальным для каждой АГНКС. На основе анализа работы всех АГНКС предприятия «Белтрансгаз» за два последних года можно сделать предположение, что при расчете плановой потребности в электроэнергии система осушки имеет один восьмичасовой регенеративный цикл в сутки.

Расход электроэнергии технологическим оборудованием $E_{ЭЭ \tau}$ на планируемый период рассчитывается по соотношению

$$E_{ЭЭ \tau} = \sum_i^n \left(\frac{N_i \times K_i \times \tau_i}{\eta_i} \right), \quad (2)$$

где N_i – номинальная мощность i -го потребителя, кВт; K_i – коэффициент использования мощности i -м потребителем; τ_i – суммарная продолжительность работы i -го потребителя в планируемый период времени τ , $\tau_i = f(\tau)$. Вид функции $f(\tau)$ определяется технологическим регламентом работы оборудования АГНКС; η_i – к. п. д. i -го потребителя; n – количество потребителей.

Потребность в электроэнергии для работы электродвигателей аппаратов воздушного охлаждения газа (АВО газа) $E_{АВО}$ рассчитывается по формуле (2).

Расчет потери электроэнергии на объектах АГНКС ведется по формуле

$$\Delta E_{ПOT} = \Delta E_{ал} + \Delta E_{ам}, \text{ кВт ч.} \quad (3)$$

Потери активной электроэнергии в подводящей сети $\Delta E_{ал}$ определяются по формуле

$$\Delta E_{ал} = 3 \cdot I^2 \cdot R_n \cdot \tau_m \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где I – потребляемый ток, А; R_n – активное сопротивление одной фазы линии, Ом; τ_m – время максимальных потерь, т. е. условное число часов, в течение которых максимальный ток, протекающий в линии непрерывно, создает потери энергии, равные действительным потерям за год.

Опыт показывает, что потери электроэнергии в сетях $\Delta E_{ал}$ не превышают 0.5% от общего потребления электроэнергии АГНКС.

Каждая из АГНКС имеет собственные трансформаторные подстанции (КТП). Компенсация реактивной мощности осуществляется конденсаторными батареями. Потери активной энергии в трансформаторах – второе слагаемое в уравнении (3) – определяются по формуле

$$\Delta E_{ам} = n \cdot \Delta N_{xx} \cdot \tau_o + K_3^2 \cdot \Delta N_{кз} \cdot \tau_p \cdot \frac{1}{n}, \text{ кВт ч,} \quad (5)$$

где τ_o – полное число часов присоединения трансформаторов в год к сети, ч; τ_p – число часов работы трансформатора под нагрузкой, ч; ΔN_{xx} – потери мощности на холостом ходу трансформатора, кВт, определяются по паспортным данным; $\Delta N_{кз}$ – потери мощности при коротком замыкании трансформатора, кВт, определяются по паспортным данным; n – число параллельно работающих трансформаторов; K_3^2 – коэффициент загрузки трансформатора.

Потребление ТЭР вспомогательным технологическим оборудованием включает:

- расход природного газа и электроэнергии на отопление и вентиляцию производственных и административных помещений;
- расход природного газа или электроэнергии на горячее водоснабжение объектов АГНКС;
- расход электроэнергии на освещение и охранную сигнализацию производственных объектов АГНКС;
- расход электроэнергии на работу неосновного технологического оборудования производственного назначения, находящегося на объектах АГНКС (станки, машины и др. оборудование).

Потребность в электроэнергии вспомогательного технологического оборудования на планируемый промежуток времени $E_{ЭЭ ВТ}$ рассчитывается по формуле (2).

Расход электроэнергии на освещение зависит от установленной мощности осветительных приборов и времени их работы, которые, в свою очередь, зависят от коэффициента спроса, годового числа часов использования максимума осветительной нагрузки и географической широты расположения города.

Годовой расход электроэнергии на освещение определяется по формуле

$$E_{ОСВ} = P_{ОСВ} \cdot K_c \cdot \tau_m \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{ч/г.} \quad (6)$$

Для географической широты в пределах 45–46° и непрерывной рабочей недели для внутреннего освещения $\tau_m = 4800$ ч; для наружного при работе всю ночь $\tau_m = 3600$ ч, где $P_{ОСВ}$ – суммарная установленная мощность осветительных приборов, кВт; K_c – коэффициент спроса, по справочным данным для наружного и внутреннего освещения $K_c = 0,66–0,95$; τ_m – годовое число часов использования максимума осветительной нагрузки.

К потребителям электроэнергии, связанным с работой системы отопления для объектов АГНКС, относятся: электродвигатели насосов системы отопления, электрообогреватели компрессорного цеха, КТП и помещений, калориферы подогрева воздуха в цехах и др. Расход электроэнергии на отопление $E_{отоп}$ определяется суммированием расходов потребления по всем этим потребителям, т. е. по формуле (2).

К потребителям электроэнергии, связанным с работой системы вентиляции для объектов АГНКС, относятся: объекты приточной, вытяжной, аварийной вентиляции и электродвигатели вентиляции КТП и КИПиА¹. Расход электроэнергии на вентиляцию $E_{ВЕНТ}$ определяется суммированием расходов потребления по всем этим потребителям, т. е. по формуле (2).

В соответствии с Положением по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии [1], норма по расходу i -го энергоресурса цеха

$$H_{Ц_i} = \frac{W_i + W_{всн.i} + W_{н.с.i}}{П}, \quad (7)$$

где W_i – расход i -го энергоресурса на технологические нужды цеха; $W_{всн.i}$ – расход i -го энергоресурса на вспомогательные нужды цеха; $W_{н.с.i}$ – потери i -го вида энергоресурса в цеховых сетях и преобразовательных установках; $П$ – объем выпускаемой продукции.

¹ В соответствии с «Правилами безопасности в газовом хозяйстве» и СНиП 2.04.05-91, вентиляция компрессорного отделения должна осуществляться непрерывно.

Используя выражение (1), определим норму потребления электроэнергии для АГНКС.

Числитель будет равен общему потреблению электроэнергии, т. е.

$$E_{\Sigma} = E_{\Sigma T} + E_{ABO} + E_{\Sigma BT} + E_{ПОТ} + E_{OCB} + E_{OTП} + E_{BENT}. \quad (8)$$

В качестве единицы продукции для АГНКС РУП «Белтрансгаз» принята 1 тыс. м³ реализованного газа.

Таким образом, норма расхода электроэнергии для АГНКС равна

$$H_{\text{АГНКС}}^{\Sigma} = \frac{E_{\Sigma}}{V} 10^{-3}, \text{ кВт ч/тыс. м}^3, \quad (9)$$

где E_{Σ} – общее потребление электроэнергии АГНКС, кВт ч; V – объем реализованного газа, м³.

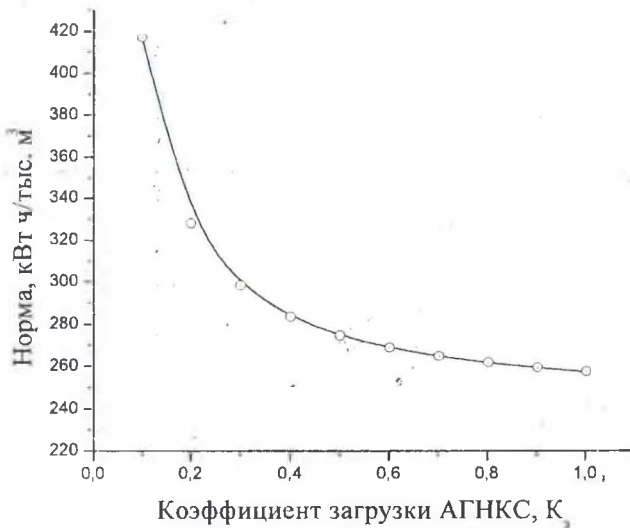


Рис. Зависимость нормы потребления электроэнергии АГНКС предприятия «Белтрансгаз» от коэффициента загрузки

зависимость нормы потребления от коэффициента загрузки подчиняется гиперболическому закону (см. рис.). При загрузке, равной 10% от номинальной, норма потребления электроэнергии в 1,6 раза выше значения нормы при номинальной загрузке, при 20% – в 1,3 раза. Таким образом, эксплуатация АГНКС при загрузках ниже 20% от номинальной вряд ли целесообразна.

В процессе эксплуатации АГНКС неизбежны технологические потери природного газа, включающие:

- потери при заправке автомобилей (продувка на свечу заправочных линий);
- утечки газа через сальники компрессоров;
- утечку через неплотности аппаратов, арматуры, трубопроводов;
- потери при остановках технологического оборудования на ремонт;
- потери при пуске технологического оборудования после ремонта;
- потери газа при отборе проб на анализ;

В данной работе для каждой из 18 АГНКС были разработаны алгоритмы и программы расчета потребления и норм потребления электроэнергии. Норма потребления электроэнергии по всем АГНКС рассчитывалась как средневзвешенная по всем 18 АГНКС предприятия «Белтрансгаз»:

$$H^{\Sigma} = \frac{\sum_i H_i^{\Sigma} \cdot V_i}{\sum_i V_i}, \quad (10)$$

где H_i^{Σ} – норма потребления электроэнергии по i -му АГНКС; V_i – объем компримированного газа на i -й АГНКС.

Результаты расчета зависимости нормы потребления H^{Σ} от загрузки АГНКС предприятия показывают, что

- потери газа на обслуживание приборов КИП;
- потери газа в пневмоприводах запорной арматуры.

Однако потери по каждой из перечисленных статей определить невозможно. Общий объем потерь природного газа на АГНКС определяется по отчетно-статистическим данным. Опыт показывает, что технологические потери составляют 1–3% от реализованного газа.

Отопление и горячее водоснабжение объектов на 18 АГНКС осуществляется за счет собственных аппаратов отопления и горячего водоснабжения. Плановый расход природного газа рассчитывается по паспортным данным.

Суммарный расход природного газа на АГНКС нормируется на единицу продукции, т. е. на 1 тыс. м³ реализованного газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь. – Минск, 2000. – 38 с.