

К вопросу расчета и использования целевого показателя энергосбережения для предприятий транспорта нефти

Окончание, начало в №7, 2003 г.

В общем случае потери напора на преодоление гидравлического сопротивления определяются по формуле Дарси-Вейсбаха [6]:

$$\Delta h = \lambda \cdot \frac{1000 \cdot L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (7)$$

где L — протяженность участка нефтепровода, км;
 V — средняя скорость течения нефти по трубе, м/с:

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \quad (8)$$

λ — коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода рассматриваемого участка, определяется по классическим формулам в зависимости от параметра Рейнольдса [6];

D — внутренний диаметр трубопровода, м;
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения.

При турбулентном в зоне Блазиуса характере движения нефти путем несложных преобразований потребление электроэнергии (выражение (3)) можно представить как:

$$W = \frac{P^{2,75} \cdot v^{0,25}}{11,55 \cdot 10^5 \cdot (\rho \cdot L)^{1,75} \cdot D^{4,75} \cdot \eta} + \frac{P \cdot \Delta z}{367,2 \cdot L \cdot \eta} \quad (9)$$

где $P = G \cdot L$ — грузооборот участка нефтепровода, т·км;
 v — вязкость нефти, сСт.

Полученное аналитическое выражение дает представление о характере связей технологических факторов с расходом электроэнергии. Так, электропотребление W связано с грузооборотом P через показатель степени 2,75; с эквивалентным диаметром трубопроводов через показатель степени 4,75; с вязкостью нефти через показатель степени 0,25. Поэтому, согласно (9), при определении $ОЭЗ_{с.у.}^б$ выражение (2) преобразовывается следующим образом:

$$ОЭЗ_{с.у.}^б = ОЭЗ^б + 0,01 \cdot ОЭЗ_{Тр}^б \cdot (k \cdot 100 - 100), \text{ т у.т.}, \quad (10)$$

где k — коэффициент, учитывающий изменение технологических факторов, определяется как:

$$k = T_{Г.О.}^{2,75} \cdot T_v^{0,25} \cdot T_D^{-4,75} = \left(\frac{P_0}{P_6}\right)^{2,75} \cdot \left(\frac{v_0}{v_6}\right)^{0,25} \cdot \left(\frac{D_{ЭКВ}^0}{D_{ЭКВ}^6}\right)^{-4,75} \quad (11)$$

где $T_{Г.О.}$, T_v , T_D — темпы роста грузооборота и вязкости нефти, эквивалентного диаметра трубопроводов соответственно, о.е.;
 v_0 , v_6 — средневзвешенная вязкость нефти в отчетном и в базисном периоде соответственно, сСт;

$D_{ЭКВ}^0$, $D_{ЭКВ}^6$ — эквивалентный диаметр трубопроводов в отчетном и в базисном периоде соответственно, мм.

Тогда приведенные к сопоставимым условиям обобщенные энергозатраты в базисном периоде, согласно выражению (10), составят:

$$ОЭЗ_{с.у.}^б = 26964 + 0,01 \cdot 26964 \cdot (1,26 \cdot 100 - 100) = 33975 \text{ т у.т.}$$

Целевой показатель энергосбережения для I квартала 2003 г. составит:

$$ЦП = \left(\frac{32871}{33975} - 1 \right) \cdot 100\% = -3,3\%$$

Аналогичные результаты получены и для других периодов времени (рис. 4).



Рис. 4. Динамика целевого показателя энергосбережения в 2003 г., определенного по выражению (10)

Исследования показали, что полученные значения целевого показателя энергосбережения на уровне (-3,3) – (-6,6)% (рис. 4) невозможно обосновать выполненными в отчетных периодах 2003 г. мероприятиями по энергосбережению. Реальный ресурс энергосбережения составляет около 0,5%. Это означает, что для расчета сопоставимых расходов ТЭР необходима методика моделирования режимов потребления ТЭР, которая обеспечивает точность расчетов, значительно выше заданных значений целевого показателя. При этом следует учитывать, что точность расчета не может быть выше класса точности приборов учета энергоресурсов, то есть 0,5%.

Таким образом, практическое использование классических закономерностей передвижения нефти по трубопроводам приводит к низкой достоверности расчетов целевого показателя энергосбережения.

Выше было показано, что ни действующая методика [5], ни классические подходы, описывающие закономерности передвижения нефти по трубопроводам [6], не позволяют объективно определить целевой показатель энергосбережения. Это означает, что указанные подходы не могут быть использованы для оценки реального положения дел в области энергосбережения.

Для преодоления сложностей расчета целевого показателя энергосбережения традиционными подходами для предприятий транспорта нефти предлагается методика, основанная на анализе факторов, определяющих целевой показатель энергосбережения. Очевидно, что целевой показатель энергосбережения для любого потребителя ТЭР достигается за счет:

- выполнения мероприятий по энергосбережению,
- минимизации нерационального расходования ТЭР,
- роста объемов производства (услуг).

Целевой показатель энергосбережения следует определять ежеквартально, используя данные квартальных форм статистической отчетности 11 сн, 1 Э (энергосбережение), 1 ТЭР.

Целевой показатель энергосбережения определяется по формуле (1).

При определении приведенных к сопоставимым условиям обобщенных энергозатрат в базисном периоде $ОЭЗ_{с.у.}^б$ необходимо учитывать следующее:

- потребление ТЭР в базисном периоде было бы выше, чем в отчетном периоде, на величину, равную эффективности

выполненных энергосберегающих мероприятий в отчетном периоде $\Delta \mathcal{E}$ (определяется по форме статистической отчетности 1 Э):

$$O\mathcal{E}Z_{c.y.}^b = O\mathcal{E}Z^0 + \Delta \mathcal{E}, \text{ т.у.т.}, \quad (12)$$

— приведенное потребление ТЭР в базисном периоде было бы ниже, чем в отчетном периоде, на величину, равную перерасходу ТЭР в отчетном периоде вследствие нерационального использования ТЭР $d\mathcal{E}$ (определяется по форме статистической отчетности 11 сн):

$$O\mathcal{E}Z_{c.y.}^b = O\mathcal{E}Z^0 - d\mathcal{E}, \text{ т.у.т.} \quad (13)$$

При определении $O\mathcal{E}Z_{c.y.}^b$ следует также учесть снижение доли постоянной составляющей потребления ТЭР при увеличении объема грузооборота, что улучшит ЦП. Однако, с другой стороны, учет влияния постоянной составляющей энергозатрат ухудшит ЦП при снижении грузооборота.

Изменение потребления ТЭР за счет изменения доли постоянной составляющей потребления ТЭР при изменении объема грузооборота может быть определено по выражению:

$$\delta \mathcal{E} = P_0 \cdot O\mathcal{E}Z_{\Pi}^0 \cdot \left(\frac{1}{P_6} - \frac{1}{P_0} \right), \text{ т.у.т.}, \quad (14)$$

где $O\mathcal{E}Z_{\Pi}^0$ — постоянная составляющая обобщенных энергозатрат отчетного периода, равна потреблению ТЭР предприятием при $P_0 = 0$ тыс. т·км. Для определения $O\mathcal{E}Z_{\Pi}^0$ необходимы дополнительные исследования.

Тогда с учетом эффективности выполненных энергосберегающих мероприятий в отчетном периоде $\Delta \mathcal{E}$, с учетом перерасхода ТЭР в отчетном периоде вследствие нерационального использования ТЭР $d\mathcal{E}$, а также с учетом изменения потребления ТЭР за счет изменения доли постоянной составляющей потребления ТЭР при изменении объема грузооборота, приведенные к сопоставимым условиям отчетного периода обобщенные энергозатраты $O\mathcal{E}Z_{c.y.}^b$ в предыдущем (базисном) периоде определяются как:

$$O\mathcal{E}Z_{c.y.}^b = O\mathcal{E}Z^0 + \Delta \mathcal{E} - d\mathcal{E} + \delta \mathcal{E}, \text{ т.у.т.} \quad (15)$$

В результате выражение (1) для определения целевого показателя энергосбережения примет вид:

$$ЦП = \left(\frac{O\mathcal{E}Z^0}{O\mathcal{E}Z^0 + \Delta \mathcal{E} - d\mathcal{E} + \delta \mathcal{E}} - 1 \right) \cdot 100\%. \quad (16)$$

Примем постоянной составляющую обобщенных энергозатрат равной 2% от величины обобщенных энергозатрат I квартала 2003 г. $O\mathcal{E}Z^0$:

$$O\mathcal{E}Z_{\Pi}^0 = 0,02 \cdot O\mathcal{E}Z^0 = 0,03 \cdot 32871 = 657 \text{ т.у.т.}$$

Для условий I квартала 2003 г. значение $\delta \mathcal{E}$, определяемое по выражению (14), составит:

$$\delta \mathcal{E} = 8289611,07 \cdot 657 \cdot \left(\frac{1}{7618898,38} - \frac{1}{8289611,07} \right) = 57,8 \text{ т.у.т.},$$

где $\Delta \mathcal{E}$ — энергетическая эффективность выполненных в I квартале 2003 г. мероприятий по энергосбережению, составила 164,4 т.у.т. согласно формы 1 Э;

$d\mathcal{E}$ — перерасход ТЭР в отчетном периоде вследствие нерационального использования ТЭР, для I квартала 2003 г. составил 0 т.у.т. согласно формы 11 сн.

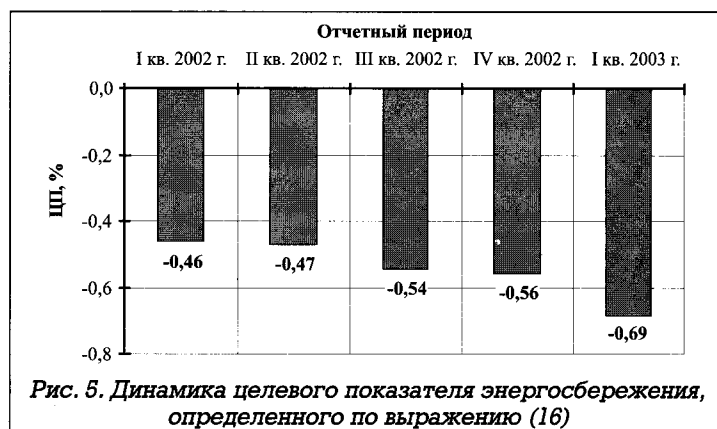


Рис. 5. Динамика целевого показателя энергосбережения, определенного по выражению (16)

Тогда целевой показатель энергосбережения, согласно формуле (16), для I квартала 2003 г. составит:

$$ЦП = \left(\frac{32871}{32871 + 169 - 0 + 57,8} - 1 \right) \cdot 100 = -0,69\%.$$

Аналогичные результаты получены и для других периодов времени (рис. 5).

Полученные значения целевого показателя (рис. 5) соответствуют реальному положению дел в области энергосбережения УП «Гомельтранснефть Дружба» и отображают эффективность выполненных энергосберегающих мероприятий и нерациональное использование ТЭР в отчетных периодах, изменение доли постоянной составляющей потребления ТЭР в величине обобщенных энергозатрат отчетных периодов $O\mathcal{E}Z_{\Pi}^0$ за счет изменения объема грузооборота.

Таким образом, предлагаемая методика расчета целевого показателя энергосбережения **стимулирует увеличивать** объем перекачки нефти, **снижать** нерациональное использование ТЭР, **внедрять** мероприятия по энергосбережению.

Выводы

1. Низкая достоверность существующих подходов к определению целевого показателя энергосбережения для предприятий транспорта нефти обусловлена опережающим ростом электропотребления по сравнению с ростом грузооборота в условиях увеличения объемов перекачки нефти, а также отсутствием методов моделирования режимов потребления ТЭР, обеспечивающих необходимую для определения целевого показателя энергосбережения точность расчетов в нестабильных условиях работы участков нефтепровода.

2. Для расчета целевого показателя энергосбережения разработана методика, основанная на приведении к сопоставимым условиям обобщенных энергозатрат в предыдущем (базисном) периоде **с учетом** выполненных мероприятий по энергосбережению, нерационального расходования ТЭР, изменения объемов перекаченной нефти. Предлагаемая методика стимулирует увеличивать объем перекачки, снижать нерациональное использование ТЭР, внедрять мероприятия по энергосбережению.

Литература

- Исследование динамики удельных показателей электропотребления промышленных предприятий / Е.Е. Барыкин, А.В. Витушко, Э.М. Косматов, Л. И. Малькова // Промышленная энергетика. — 1998. — №8. — С. 2-7.
- Закон Республики Беларусь об энергосбережении. — Мн., 1999. — 16 с.
- Основы энергосбережения: Учеб. пособие для ВУЗов / Б.И. Врублевский, С.Н. Лебедева, А.Б. Невзорова и др.; Под ред. Б.И. Врублевского. — Гомель: ЦНТУ Развитие, 2002. — 190 с.
- Токочакова Н.В., Колесник Ю.Н., Перегуд А.М., Каптуров О.П. Номографическая оценка энергетической эффективности реконструкции и строительства линейной части нефтепровода // Энергоэффективность. — 2003. — №3. — С. 17-19.
- Методика расчета целевых показателей энергосбережения в сопоставимых условиях для концерна «Белнефтехим». — Мн.: Белорусский государственный концерн по нефти и химии «Белнефтехим», 2002. — 18 с.
- Справочник по проектированию магистральных трубопроводов / Под ред. А.Х. Дерцакяна. — Л.: Недра, — 1977. — 519 с.