

Номографическая оценка энергетической эффективности реконструкции и строительства линейной части нефтепровода

Предприятия трубопроводного транспорта нефти относятся к крупнейшим промышленным потребителям электрической энергии. Доля энергетической составляющей затрат в структуре себестоимости транспортировки нефти достигает 50%, а годовое потребление топливно-энергетических ресурсов может превышать 100000 т у.т. При этом около 98,5% общего потребления ТЭР приходится на электрическую энергию технологических нужд.

Изменение условий функционирования предприятий транспорта нефти, обусловленные появлением технологически незавершенных участков нефтепровода (в связи с распадом СССР), проводимой реконструкцией технологического оборудования, зависимостью объемов транспортировки нефти от конъюнктуры рынка, привели к нестабильности работы участков нефтепровода. В этих условиях требуется разработка новых методов моделирования и анализа режимов электропотребления участков нефтепровода, направленных на повышение эффективности функционирования предприятий транспорта нефти.

Гомельский участок нефтепровода «Дружба», которому исполнилось 35 лет, активно занимается реконструкцией как трубопроводной системы, так и технологического и электрического оборудования нефтеперекачивающих станций. Основной целью реконструкции является повышение надежности и экономичности транспортировки нефти.

Для адекватного описания энергетической транспортировки нефти нестабильно работающих участков нефтепровода разработана «Методика нормирования потребления электрической энергии на перекачку нефти по трубопроводам» [1]. Одной из задач, решаемой с помощью данной методики, является оценка энергетической эффективности транспортировки нефти за любой выбранный промежуток времени.

В соответствии с алгоритмом методики могут быть разработаны номограммы для инженерных расчетов удельного расхода электроэнергии — показателя энергетической эффективности технологического процесса транспортировки

нефти. Так, для оценки среднемесячного удельного расхода электрической энергии с учетом изменяющейся производственной программы и вязкости нефти в условиях реконструкции трубопроводов участка «Мозырь — Адамова Застава» РУП «Гомельтранснефть Дружба» построена номограмма (рис. 1), которая используется в следующей последовательности:

1. принимается базисная конфигурация системы нефтепровода с минимальным количеством работающих трубопроводов, для которой образ режима (характеристика конфигурации нефтепровода) $\Omega_{\text{б}}=0$;

2. определяется значение прироста длины (со знаком «+» при вводе, «-» — при выводе участка трубы) трубопровода диаметром d в режиме расчетной конфигурации нефтепровода по отношению к базисному. При одновременном вводе/выводе участков с разными диаметрами их длины пересчитываются к эквивалентной условному диаметру $D_{\text{усл}}$:

$$\Omega D_{\text{усл}} = \pm L_{D_i} \cdot K_{L_d \rightarrow L_{d_{\text{усл}}}}$$

где L_{D_i} — длина вводимого/выводимого участка трубы диаметром d , км;

$K_{L_d \rightarrow L_{d_{\text{усл}}}}$ — коэффициент перевода длины участка трубы диаметром d к эквивалентной длине трубы $\Omega D_{\text{усл}}$ диаметром $D_{\text{усл}}$ (таблица 1). Значение $\Omega D_{\text{усл}}$ откладывается на оси абсцисс номограммы;

3. на нижней ординате номограммы откладывается отрезок, равный L_{D_i} . Полученное значение, минуя соответствующую кривую перевода оригинальной длины к эквивалентной, интерполируется посредством кривых $R_{\text{ср}}$ к заданному усредненному значению объема перекачки. Полученной при этом верхней

ординате соответствует расчетный удельный расход электрической энергии, который пересчитывается на заданные характеристики нефти.

Для примера определим по номограмме энергетическую эффективность ввода в работу вновь построенного трубопровода диаметром 720 мм на участке 318-355 км 18.03.1999 нефтепровода «Мозырь — Адамова Застава» за I квартал 2000 г. ($R_{\text{ср}} = 49442$ млн. т·км, $\nu = 20,65$ сСт):

— определяем удельный расход электроэнергии до изменения конфигурации по оси ординат верхней части номограммы (рис. 1), соответствующий $R_{\text{ср}}=49442$ млн. т·км и равный 13,15 кВт·ч/тыс. т·км при базисной вязкости;

— переводим удельный расход к фактической вязкости, используя верхнюю левую часть номограммы. В результате удельный расход электроэнергии составил 13,05 кВт·ч/тыс. т·км;

— для определения удельного электропотребления после ввода трубопровода на нижней ординате номограммы откладываем отрезок, равный $355 - 318 = 37$ км. Полученную точку переносим на прямую перевода $D_{720 \rightarrow 630}$ (по нижней правой части номограммы), интерполируем на заданный среднесуточный грузооборот I кв. 2000 г., $R_{\text{ср}} = 49442$ млн. т·км и получаем удельный расход 12,2 кВт·ч/тыс. т·км, приведенный к базисной вязкости нефти. Используя левую верхнюю часть номограммы, определяем удельный расход электроэнергии при заданной вязкости нефти, $\nu = 20,65$ сСт, и получаем 12,06 кВт·ч/тыс. т·км;

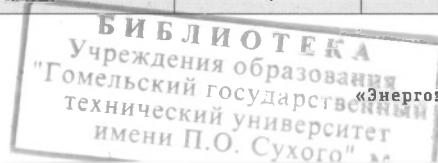
— эффективность ввода данного участка нефтепровода за I квартал 2000 г. определим как:

$$\delta = \frac{13,05 - 12,06}{13,05} \cdot 100 = 7,6\%$$

Таблица 1

Пересчет длин вводимых/выводимых участков
к условному диаметру трубопровода

Диаметр трубы d , мм	630	720	820
Коэффициент $K_{L_d \rightarrow L_{d_{\text{усл}}}}$	1	2	3,8



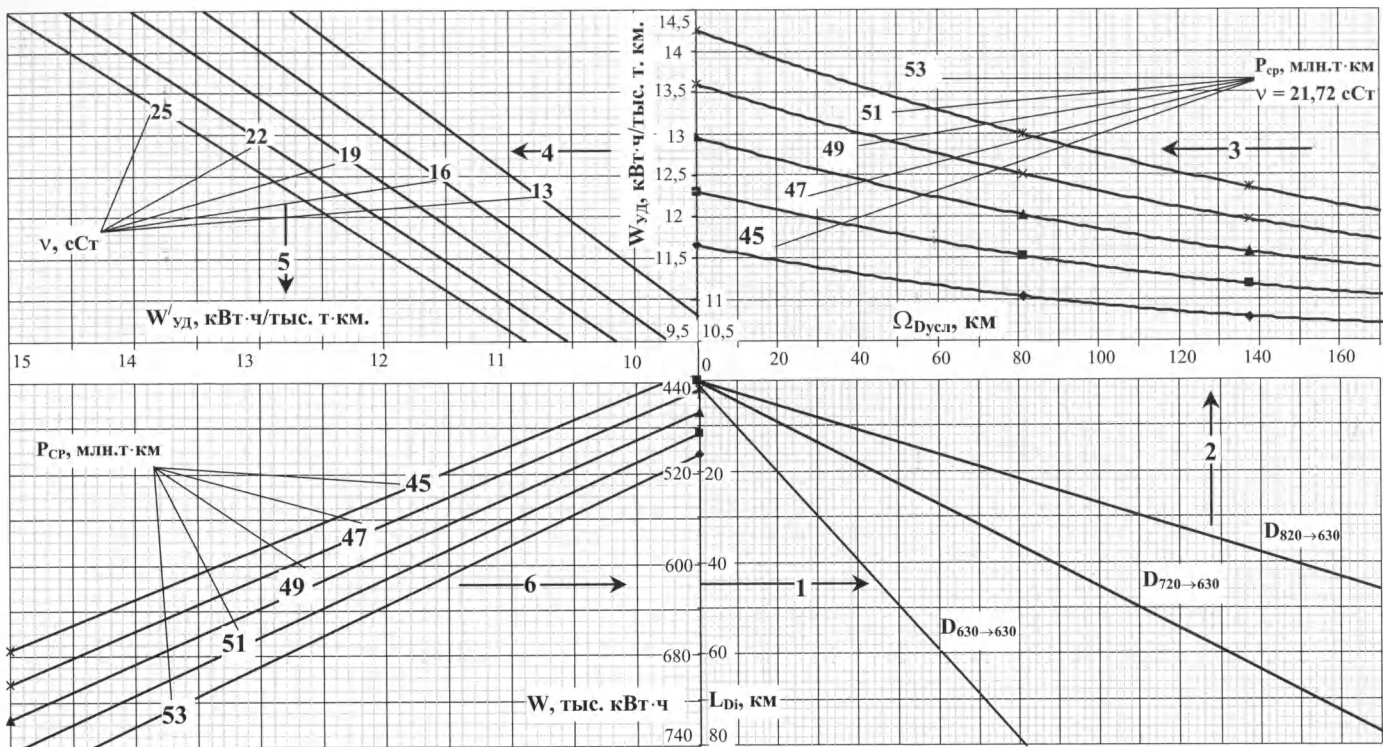


Рис. 1. Номограмма для определения расхода электроэнергии

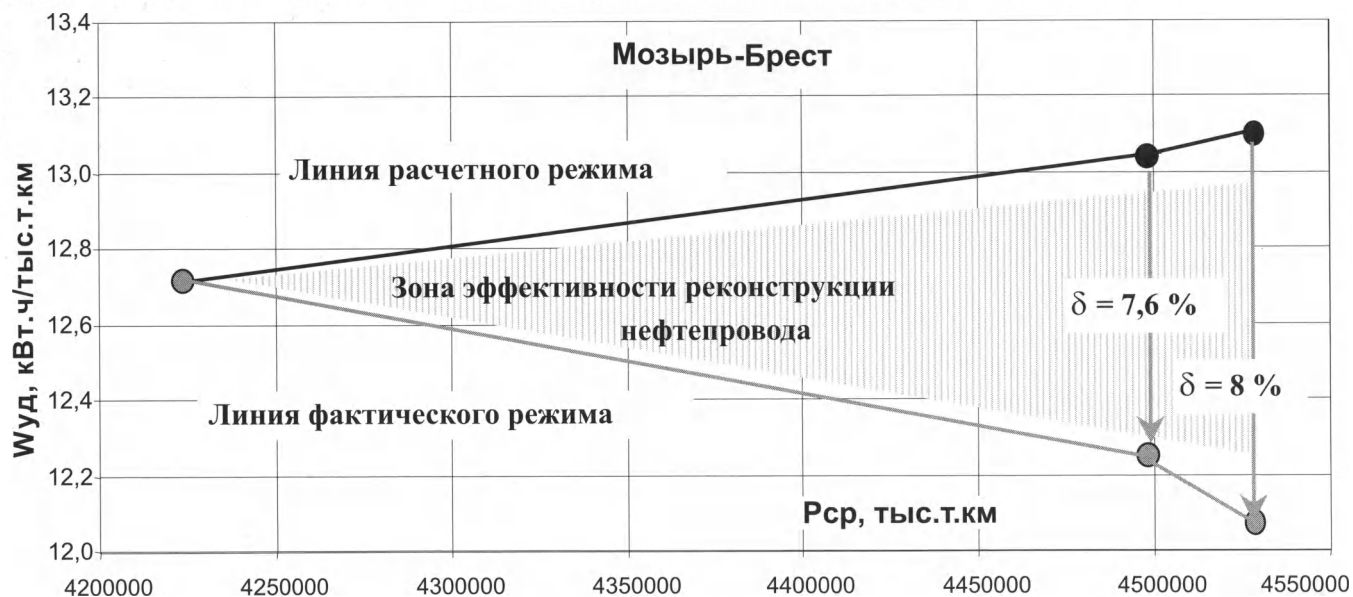


Рис. 2. Эпюра энергетической эффективности реконструкции участка «Мозырь–Адамова Застава» за I-е кварталы 1999–2001 гг.

- — фактический режим работы нефтепровода за I-е кварталы 1999–2001 гг.;
- — режимы I-го квартала 2000 и 2001 гг., пересчитанные к состоянию нефтепровода на I квартал 1999 г.

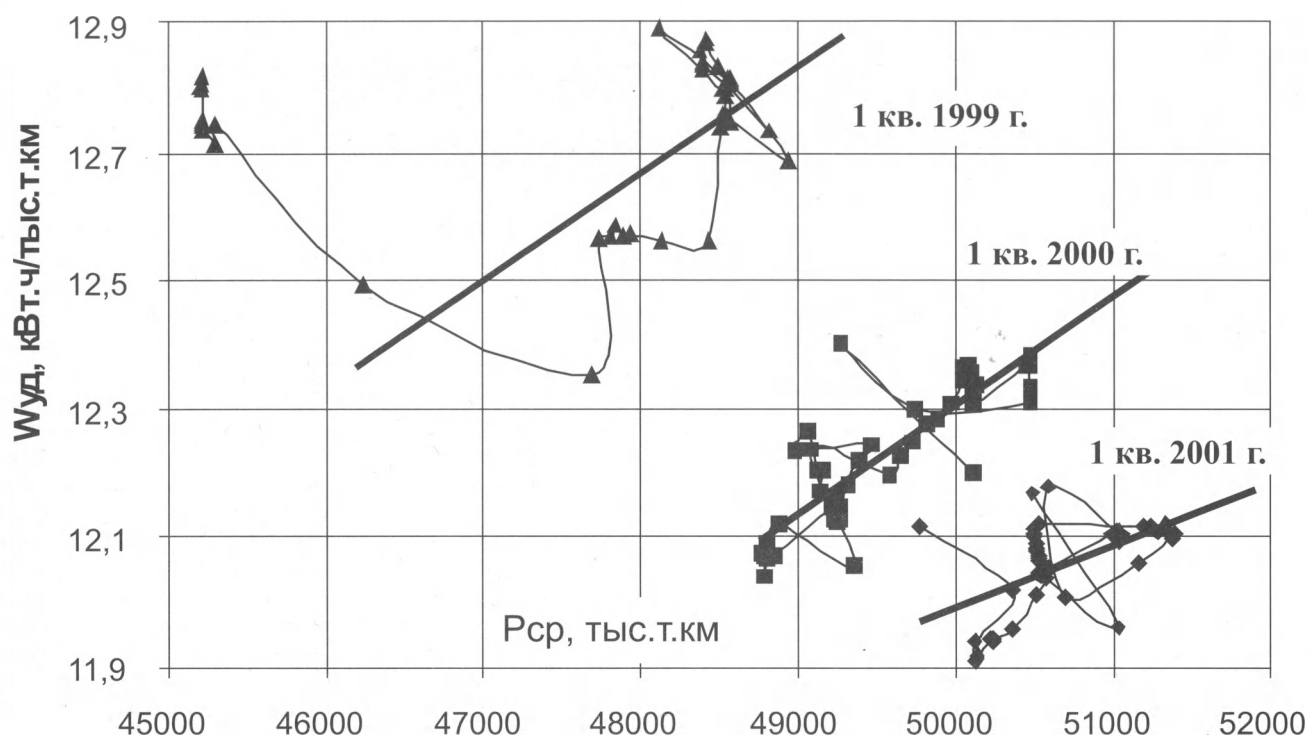


Рис. 3. Зависимости фактического усредненного удельного электропотребления от грузооборота за I-е кварталы 1999-2001 гг. участка «Мозырь — Адамова Застава»

Таким образом, вследствие ввода в работу вновь построенного трубопровода диаметром 720 мм на участке 318-355 км нефтепровода «Мозырь — Адамова Застава» приведенный удельный расход электрической энергии I квартала 2000 г. снизился на 7,6% к уровню I квартала 1999 г.

Эффективность реконструкции участка нефтепровода «Мозырь — Адамова Застава» РУП «Гомельтранснефть Дружба» покажем, графически сопоставляя фактические и расчетные (приведенные к условиям I квартала 1999 г.) значения удельного электропотребления и пере-

качки за I-е кварталы 1999-2001 гг. (рис. 2).

Зависимости фактического удельного расхода от среднесуточного объема грузооборота (рис. 3), построенные для I-ых кварталов 1999-2001 гг. в соответствии с методикой [1], отображают энергетику текущих режимов транспортировки нефти.

Как видно из зависимостей (рис 3), проводимая на предприятии реконструкция участка нефтепровода «Мозырь — Адамова Застава» за период 1999-2000 гг. привела к снижению удельных расходов электрической энергии на 8% для режима

I-го квартала 2001 года, что не может быть обеспечено техническими мероприятиями по совершенствованию режимов работы силового и технологического оборудования, поскольку все нефтеперекачивающие станции предприятия работают без дросселирования.

Выводы

1. Разработанная номограмма позволяет оценивать энергетическую эффективность реконструкции и строительства трубопроводной системы участка нефтепровода за любой выбранный промежуток времени при анализе лишь того участка трубопроводной системы, конфигурация которого изменилась.

2. Анализ динамики режимов электропотребления в соответствии с методикой нормирования позволил оценить реальное снижение удельных расходов электрической энергии, которое составило 8%.

3. Реконструкция линейной части нефтепровода «Дружба» является основным ресурсом энергосбережения при работе нефтеперекачивающих станций без дросселирования.

Литература:

1. «Методика нормирования потребления электрической энергии на перекачку нефти по трубопроводам». — Мн., Белорусский государственный концерн по нефти и химии «Белнефтехим», 2002 г. 28 с.

