

Н.В. ТОКОЧАКОВА, к.т.н., А.С. ФИКОВ, инженер,
Гомельский государственный технический университет
им. П.О.Сухого
В.В. Воробьев, к.т.н., РУП «Гомельтранснефть «Дружба»

Оценка энергетической эффективности очистки нефтепроводов

Окончание, начало в №5/2005.

Кoeffициент эластичности представляет собой отношение темпов роста зависимой переменной (W) к темпам роста независимой переменной (d). Этот коэффициент позволяет судить, на сколько процентов изменится зависимая переменная при изменении независимой переменной на 1%.

Для исследования влияния эквивалентного диаметра на электропотребление с использованием модели (2) предложен следующий алгоритм:

1) определяется модель ЭЭ как функция от эквивалентного диаметра при фиксированных базисных значениях других факторов ($W = \beta_d \cdot d_3 + \beta$);

2) строятся трендовые зависимости изменения эквивалентного диаметра во время, после и без проведения чистки нефтепровода;

3) исходя из полученных трендовых зависимостей d_3 определяются базисные значения электропотребления ($W_{баз}$), перекачки ($P_{баз}$) и вязкости ($\nu_{баз}$), значения эквивалентного диаметра (d_2) на середине временных интервалов чистки (T_1 , сут.) и между чистками (T_2 , сут.) нефтепровода. Определяется базисное значение эквивалентного диаметра ($d_{баз}$) по зависимости изменения эквивалентного диаметра без чистки на середине указанных выше временных интервалов;

4) рассчитываются коэффициенты эластичности при базисных значениях $P_{баз}$, $\nu_{баз}$, $d_{баз}$:

$$e_d = \frac{\Delta W / W_{баз}}{\Delta d_3 / d_{баз}} = \frac{\beta_d d_{баз}}{\beta_d d_{баз} + \beta_p \cdot P_{баз} + \beta_\nu \cdot \nu_{баз}} ; \quad (4)$$

5) с использованием выражения (3) определяются ΔW_1 и ΔW_2 , соответствующие временным интервалам T_1 , T_2 ;

6) рассчитывается средневзвешенная энергоэффективность мероприятия как

$$\Delta W_{cp} = \frac{\Delta W_1 \cdot T_1 + \Delta W_2 \cdot T_2}{T_1 + T_2} , \text{ кВт}\cdot\text{ч/сут.} \quad (5)$$

С использованием разработанной методики энергетической эффективности чистки нефтепровода дана оценка экономии ЭЭ за счет чистки нефтепровода для одного из участков РУП «Гомельтранснефть «Дружба» (по данным 2004 г.).

Для реализации указанного алгоритма сформирована информационная база данных (ИБД), включающая в себя следующую информацию (рис. 2): суточный грузооборот нефти (P),

Дата	W, кВт\cdotч	P, тыс.т\cdotкм	Вязкость, сСт	d _э , м	Примечание
19.02.2004	923060	59980	18,58	1,048	Начало чистки
20.02.2004	934030	60434	18,58	1,051	
21.02.2004	931230	60723	18,58	1,051	
22.02.2004	934060	61161	18,94	1,058	Конец чистки
23.02.2004	927320	61168	18,94	1,062	
24.02.2004	928820	61325	18,94	1,060	
25.02.2004	931070	61444	17,5	1,058	
26.02.2004	928270	61309	17,5	1,058	
27.02.2004	943250	61323	17,5	1,056	
28.02.2004	929220	61384	17,5	1,060	
02.03.2004	930690	61098	16,04	1,052	
03.03.2004	928490	61056	16,27	1,052	
04.03.2004	928850	61001	16,27	1,052	
05.03.2004	930950	61146	16,27	1,052	
06.03.2004	928480	61288	16,27	1,055	

Рис. 2. Фрагмент информационной базы данных

суточные данные химического анализа нефти (плотность ρ , вязкость ν), суточное электропотребление $W_{сут}$, суточные напоры нефти до и после НПС (H'_1, H''_1), протяженность участков нефтепровода (L), суточные данные по режимам работы НПС, дни начала и конца чисток нефтепровода. ИБД дополнена расчетными суточными значениями эквивалентного диаметра, определенными по формуле Лейбенсона [3]:

$$d_3 = \left(0,0247 \frac{q^{1,75} \nu^{0,25} \cdot L}{\Delta H} \right)^{1/4,75} , \text{ м}, \quad (6)$$

где q — расход нефти, м³/с;

ν — вязкость нефти, м²/с;

L — протяженность нефтепровода, м;

ΔH — потери напора по длине нефтепровода с учетом геодезических отметок, м.

На рис. 3. приведена динамика изменения эквивалентного диаметра на полугодовом интервале времени. Треугольниками обозначен временной ряд в интервале времени чистки нефтепровода (T_1), а квадратами — между чистками (T_2).

Из рис. 3 видно, что на каждом временном интервале существует разброс значений d_3 , обусловленный погрешностью измерений расхода нефти, физико-химических свойств нефти, падений напоров по длине нефтепровода. Использование единичных значений эквивалентных диаметров для оценки энергетической эффективности чистки нефтепровода приведет к большой погрешности.

Для уменьшения влияния погрешности измерений и для нахождения тенденции изменения эквивалентного диаметра без чистки нефтепровода на временных интервалах T_1 и T_2 с использованием регрессионного анализа построены линейные тренды $d_3 = F(t)$ (рис. 4). Одинаковый наклон трендов $d_3 = F(t)$ на временных интервалах между чистками нефтепровода показывает, что за исследуемый период скорость отложения парафина на стенках нефтепровода постоянна.

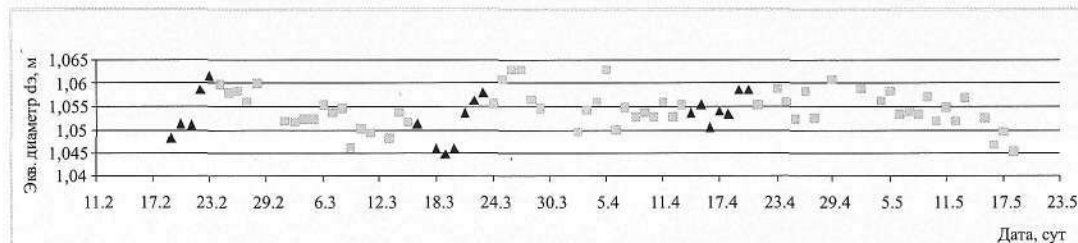


Рис. 3. Динамика изменения эквивалентного диаметра нефтепровода

Принято, что на каждом временном интервале изменения эквивалентного диаметра между чистками нефтепровода скорость накопления отложений будет равна скорости накопления отложений без чистки нефтепровода.

Для оценки изменения эквивалентного диаметра без чистки нефтепровода построена линейная зависимость (штриховая линия), начало которой лежит в точке А, характеризующей эквивалентный диаметр до чистки нефтепровода, а угол наклона данной зависимости равен углу наклона тренда изменения эквивалентного диаметра после чистки нефтепровода (рис. 5а, б, в).

Изменение потребления ЭЭ на временных интервалах T_1 и T_2 непостоянно вследствие непостоянства отношения $d_2/d_{баз}$ (d_2 — значение эквивалентного диаметра нефтепровода по время чистки или после нее; $d_{баз}$ — значение эквивалентного диаметра нефтепровода без проведения чистки). Поэтому оценивать энергетическую эффективность чистки нефтепровода необходимо отдельно на каждом интервале T_1 и T_2 при средних значениях $d_2/d_{баз}$. На рис. 5 линия 1 характеризует средние значения $d_2/d_{баз}$ на временном интервале T_1 , а линия 2 — на временном интервале T_2 .

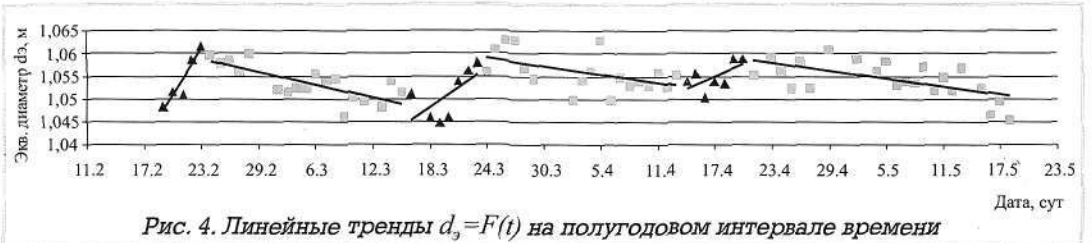


Рис. 4. Линейные тренды $d_2 = F(t)$ на полугодовом интервале времени

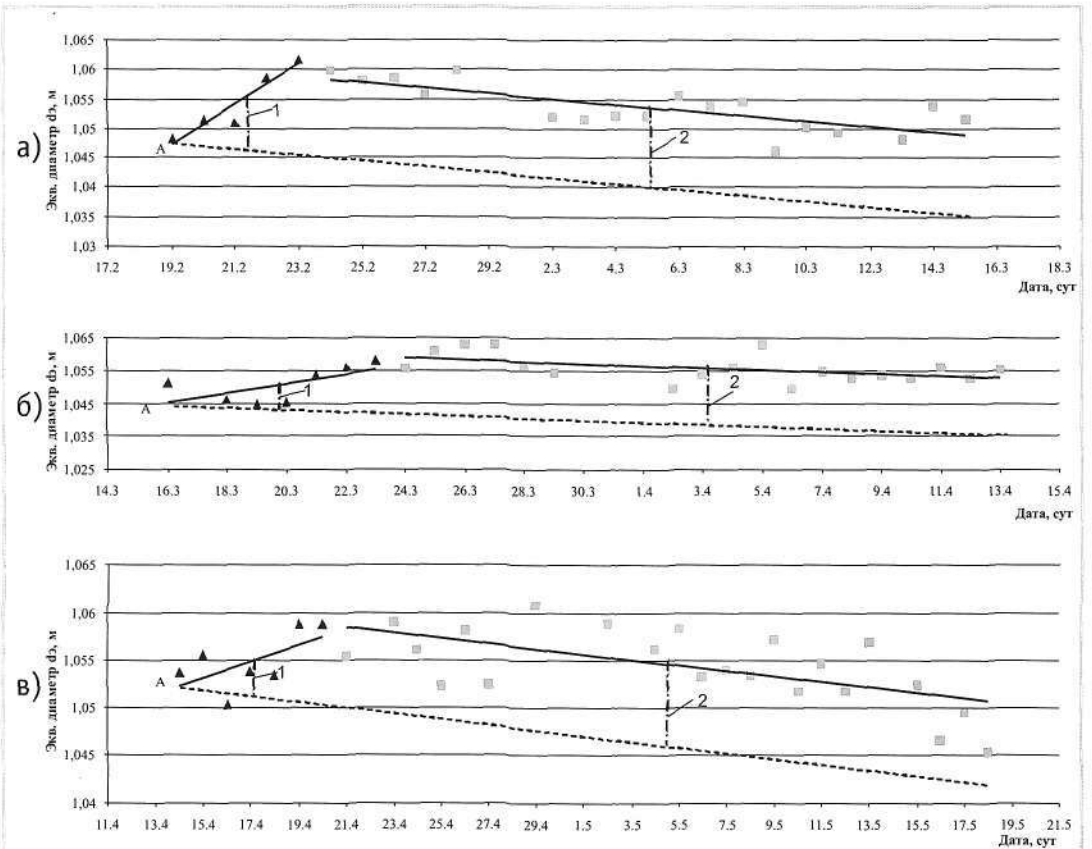


Рис. 5. Зависимости $d_2 = F(t)$ для трех чисток нефтепровода:

- а — чистка с 18.02.04 по 23.02.04;
- б — чистка с 17.03.04 по 23.03.04;
- в — чистка с 15.04.04 по 20.04.04.

Таблица 1

Оценка энергетической эффективности чистки нефтепроводной системы

№ чистки	Интервал времени	Кол-во дней интервала, сут.	$P_{баз}$, тыс.т.км	$V_{баз}$, сСт	$d_{баз}$, м	d_2 , м	e_d , %	$d_2/d_{баз}$	$W_{баз}$, кВт·ч/сут	ΔW , кВт·ч/сут	Э, кВт·ч
1	T1	6	60723	18,58	1,046	1,055	1,40	1,009	931230	11196	67176
	T2	22	61146	16,27	1,04	1,054	1,38	1,013	930950	17284	380243
2	T1	7	61255	14,94	1,044	1,051	1,40	1,007	928540	8713	60988
	T2	22	59230	14,58	1,038	1,056	1,50	1,017	852660	22129	486836
3	T1	6	61470	15,51	1,051	1,055	1,40	1,004	919320	4916	29494
	T2	30	61698	14,19	1,046	1,055	1,39	1,009	895810	10715	321463
4	T1	6	61357	13,31	1,042	1,049	1,40	1,007	909560	8579	51472
	T2	12	61611	13,4	1,041	1,057	1,39	1,015	900050	19182	230180
5	T1	6	61025	10,16	1,034	1,042	1,43	1,008	920350	10168	61007
	T2	18	61383	10,47	1,033	1,046	1,40	1,013	910200	16060	289081
6	T1	8	49525	12,11	1,046	1,049	2,61	1,003	663440	4958	39666
	T2	7	61198	12,15	1,046	1,048	1,44	1,002	925100	2543	17801
7	T1	11	61105	12,26	1,043	1,052	1,43	1,009	915610	11311	124418
	T2	24	61191	13,26	1,036	1,053	1,39	1,016	924050	21134	507224
8	T1	5	60964	12,64	1,045	1,049	1,44	1,004	932940	5150	25749
	T2	13	61060	13,87	1,038	1,048	1,40	1,010	930070	12554	163197
ВСЕГО:		203									2855995

В таблице 1 приведены данные по чисткам нефтепровода за 2004 г. и дана оценка экономии электроэнергии по восьми чисткам нефтепровода. Как видно из таблицы, суммарная экономия ЭЭ за исследуемый период (203 дня) составила 2855995 кВт·ч, при этом среднесуточное значение экономии ЭЭ составляет 14069 кВт·ч/сут.

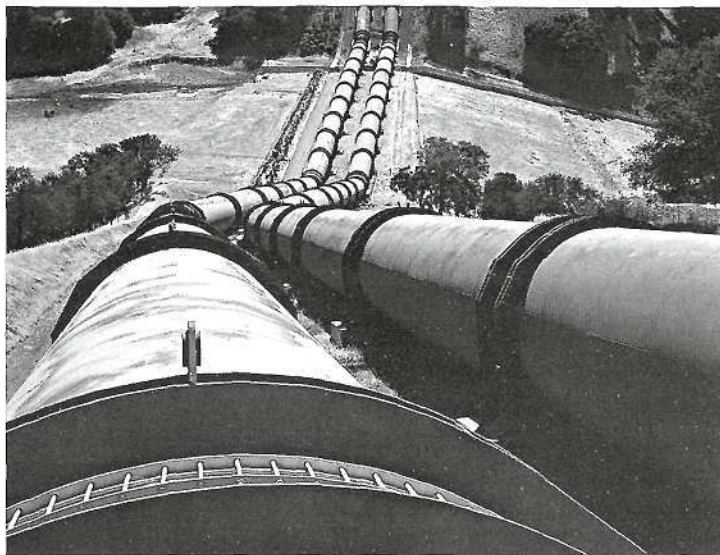
Поскольку мероприятие по чистке нефтепровода является постоянно действующим, то годовая экономия ЭЭ составляет $14069 \cdot 365 = 5135164$ кВт·ч, или 1,62% от годового расхода ЭЭ.

Коэффициент эластичности расхода электроэнергии лежит в пределах от 1,38 до 2,61%.

ВЫВОДЫ

1. С использованием математической модели электропотребления разработан метод оценки энергетической эффективности чистки нефтепроводной системы, основанный на построении трендов эквивалентного диаметра на временных интервалах чистки нефтепровода и временных интервалах между чистками.

2. На основе разработанного метода произведена оценка энергетической эффективности чистки нефтепроводной системы на годовом интервале времени для одного из участков нефтепроводов, эксплуатируемых РУП «Гомельтранс-нефть «Дружба». Установлено, что годовая экономия ЭЭ составила 5135164 кВт·ч, или 1,62% от суммарного годового электропотребления.



Литература

1. Черняев В.П. Повышение эффективности функционирования системы нефтепроводов: Дисс. ... д-ра техн. наук. — Уфа, 1994. — 388 с.
2. Колесник Ю.Н. Моделирование, анализ и управление электропотреблением нестабильно работающих участков нефтепровода: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Мн., 2003. — 20 с.
3. Харламенко В.И., Голуб М.В. Эксплуатация насосов магистральных нефтепродуктов. — М: Недра, 1978. — 231с.

У

Вас имеется новое энергосберегающее оборудование или энергоэффективные технологии, которые необходимо представить широкому кругу специалистов?

В

Вы хотите найти или расширить рынок сбыта своей продукции?

И

Информацию о Вашей фирме нужно распространить среди специалистов различных отраслей народного хозяйства?

Ц

ель может быть достигнута, если обратитесь за помощью к нам !

Организовать и провести информационный, технический семинар или семинар-презентацию, подготовить и растиражировать Ваш информационный материал помогут наши специалисты.

К Вашим услугам: учебный класс, оснащенный современными техническими средствами обучения (проектор, мультимедийный проектор, видео, телевизор и др. аппаратура), постоянно действующая выставка энергосберегающего оборудования, видеотека, наглядные пособия, нормативная, методическая и рекламная литература, оперативное тиражирование (ризограф).



УВИЦ (Учебно-выставочный и издательский центр Комэнергоэффективности)
Наш адрес: 220037, г. Минск, ул. Долгобродская, 12/2, тел./факс 235 82 61,
e-mail: Uvic2003@mail.ru

БИБЛИОТЕКА

Учреждения образования

"Гомельский государственный университет
технический университет
имени П.О. Сухого" №