

УДК 681.5.017

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ С ФУНКЦИЯМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ

Богданов Р. М., Лукин С. В.

Институт механики УНЦ РАН, Уфа

Аннотация. Транспортировка нефти и нефтепродуктов характеризуется существенными затратами на электроэнергию. Правильный учет и прогноз расхода электроэнергии требуют знания множества факторов. В ИМех УНЦ РАН разработано программное обеспечение для расчета норм расхода электроэнергии на планируемый период. На основе принципов реляционной модели данных разработана принципиальная схема объектов магистрального транспорта нефти, позволяющая в структурированном виде хранить исходные данные и рассчитанные параметры.

Потребление электроэнергии при перекачке нефти по трубопроводам зависит от множества факторов, таких как объем перекачки, физико-химические свойства нефти, тип и состояние насосно-силового оборудования, длина и диаметр трубопровода, оснащенность нефтепроводов системами телемеханики, автоматики и средствами защиты, схема работы нефтепровода, время и режим работы нефтепровода. Для оценки потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти в ИМех УНЦ РАН была разработана соответствующая методика [1]. Ее использование без программного обеспечения требует больших временных затрат и вызывает большие сложности. С целью повышения эффективности диагностики потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти на основе существующей методики

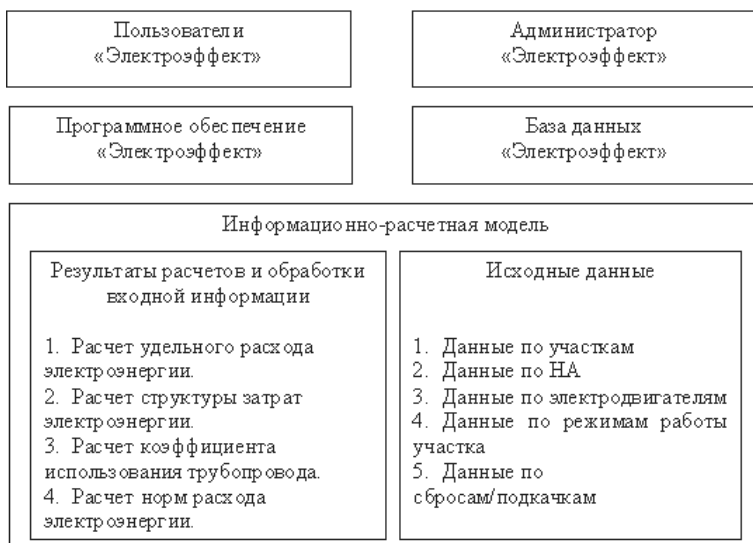


Рис. 1. Архитектура программного продукта «Электроэффект»

был разработан программный комплекс «Электроэффект» [2]. Он позволяет решать следующие задачи:

1. Расчет удельного расхода электроэнергии.
2. Расчет структуры затрат электроэнергии.
3. Расчет коэффициента использования трубопровода.
4. Расчет норм расхода электроэнергии.

Объекты магистрального транспорта можно структурировать при помощи принципов реляционной модели данных [3]. Для устранения избыточности и нарушений целостности данных схема была нормализована [3]. Для реализации программного обеспечения предлагается следующая архитектура программно-технических средств (рис. 1).

Таким образом, исходными данными для расчетов по перечисленным задачам являются: характеристики участка от станции до станции: длина, внутренний диаметр, геодезические отметки начала и конца, плотность и вязкость нефти, время планируемых ремонтных работ, связанных с остановкой перекачки; ха-

Таблица 1. Результаты расчета удельного расхода электроэнергии за 2005 год

Период	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Время работы (ч.)	2160	2184	2208	2208
Объем перекачки (тыс.т.)	3241	3220	3581	3674
Плотность (т/м ³)	0,873	0,869	0,864	0,866
Вязкость (сСт)	21,7	16,4	12,5	14,6
Энергия (тыс. кВт·ч)	18305,00	15751,00	19957,00	21556,00
N1	14,30	12,39	14,11	14,86
N2	11,47	10,58	11,63	12,48
N3	1,93	1,81	1,88	1,84

рактеристики точек сброса/подкачек: расстояние от НПС до точек сброса/подкачек, внутренний диаметр участка с постоянным объемом перекачки до/между точками сброса/подкачки, объемы сброса/подкачек; тип НА и электродвигателей, установленных на участке; число НПС; плановые объемы перекачки нефти.

Реализована возможность решения задач 1–4 для отдельного эксплуатационного участка магистрального нефтепровода (МН), для МН в целом, для выбранного ряда МН, для МН отдельного управления магистральных нефтепроводов, входящих в состав ОАО «АК «Транснефть», для выбранных временных параметров (месяц, квартал, год).

В качестве примера решения задачи поквартального расчета удельного расхода электроэнергии за 2005 год выбран участок Горький–Рязань под управлением ОАО «Верхневолжскнефтепровод». В табл. 1 приведены результаты расчетов:

Расчет структуры энергозатрат за указанный период приведен на рис. 2.

В табл. 2 показаны результаты расчета коэффициента использования трубопровода.

Для задачи расчета норм потребления электроэнергии за год использовались следующие значения: $\rho = 0,859$ т/м³, $\mu = 11,8$ сСт, время работы 8400 часов, объем перекачки

Таблица 2. Результаты расчета коэффициента использования трубопровода за 2005 год

Период	I кв.	II кв.	III кв.	IV кв.
Время работы (ч)	2160	2184	2208	2208
Объем перекачки (тыс.т.)	3241	3220	3581	3674
Плотность (т/м ³)	0,873	0,869	0,864	0,866
Вязкость (сСт)	21,7	16,4	12,5	14,6
Энергия (тыс. кВт·ч)	18305,00	15751,00	19957,00	21556,00
Коэф. исп-я тр-да (%)	68,76	73,60	68,71	69,54

12722,5 тыс.т, КПД трубопровода $\eta = 83,5\%$. При расчетах получено:

- электроэнергия, потраченная на насосы — 8728,39 тыс. кВт·ч,
- электроэнергия, потраченная на электродвигатели — 1338,68 тыс. кВт·ч,
- норма потребления электроэнергии — 53440,2 тыс. кВт·ч.

На рис. 3 показана рабочая область программы.

При решении перечисленных выше задач учитываются следующие особенности участков магистральных нефтепроводов:

1. Тип и характеристики установленного насосного оборудования.
2. Тип и характеристики установленного энергетического оборудования.
3. Режимы работ МН.
4. Время работы МН.
5. Физико-химические свойства перекачиваемой нефти.
6. Параметры МН (протяженность, диаметр и т.д.).
7. Тип используемого оборудования при учете нефти.

Полученная в результате использования программного комплекса информация позволяет:

- оценить эффективность использования электроэнергии при транспорте нефти;
- выявить «узкие места» с точки зрения затрат электроэнергии;

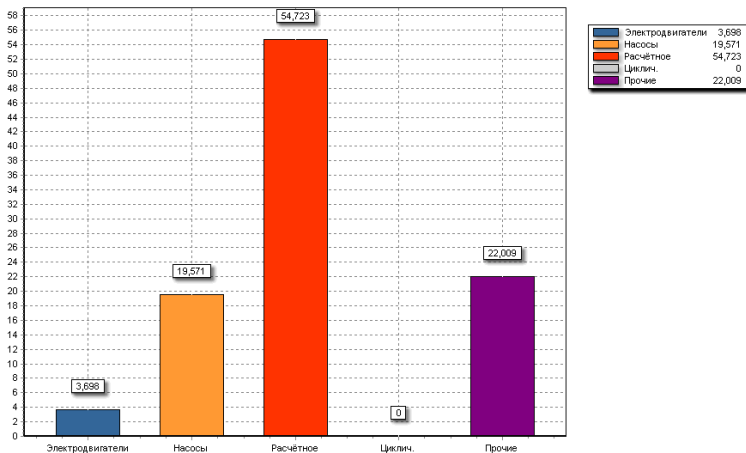


Рис. 2. Расчет структуры энергозатрат

Новый Изменить Удалить Сохранить Печать Задачи Данные Режимы Нас. эл/д Факт. КПД Закрыть

ОАО "Верхневолжскнефтепровод"

Наименование участка	Длина (л)	Диаметр (л)	Разн. высот (л)	Тип насоса	Тип э/д	Длина по т/л (л/л)	Норм. коэф. расхода	Мин. расход (л/л/т.сут)	Число станций	Кол. осев.
1. С.П. Лазарев (Дубинки) Горький	364198	0,987	133,7	нм 10000 ротор 455/445	СТ.Д-5000	350,76	0,8	25	6	2
2. Горький-Разъезд-1	395683	0,7061	122	НМ 2500-230	2А3МВ-2000	394,9	0,8	10	4	0
3. Горький-Разъезд-2	396334	0,51	120,9	НМ-1250	СТ.Д-1250	396,5	0,8	7	4	0
4. Разъезд-Москва	197746	0,5131	5,9	НМ-1250	СТ.Д-1250	198	0,8	9,2	2	0
5. С.П. Горький-Королючское (Ярославль)	374575	1,1076	65	НМ 10000 ротор 475/468	СТ.Д-5000	371,5	0,8	20	4	0
6. Горький-Ярославль	395458	0,7997	121,2	НМ 3600 ротор 480/460	4А3МВ-2500	352,9	0,8	15	4	0
Альметьевск-Горький (ВОРОТИНЕЦ-2)	118460	0,739	-47	НМ-3600 (D=450)	СТ.Д-1600	118,46	0,8	25	1	0
Альметьевск-Горький (Воротинец-3)	119060	0,936	-58	НМ-7000 с ротором 500С	СТ.Д-4000	119	0,8	35	1	0
Горький-Старолужское	10000	1	1	НПВ-2500	2А3МВ-1630	1	1	10	1	0
Лопатино-Клино1	224867	1,289	127	НМ 7000 ротор 475 (0,7С)	СТ.ДП-5000	224,867	1	54	2	0

Рис. 3. Рабочая область программного продукта «Электроэф-фект»

- определить степень потребления электроэнергии в динамике, по сравнению с базовым периодом;
- прогнозировать потребление электроэнергии;
- определить эффективность проведенных энергосберегающих мероприятий;
- определить структуру потребления электроэнергии;
- разработать энергосберегающие мероприятия;
- оценить эффективность работы оперативного и диспетчерского персонала;
- проводить энергообследования участков МН.

Опыт эксплуатации программного комплекса «Электроэффект» показал его высокую эффективность при проведении энергетических обследований (энергоаудит) предприятий ОАО «АК «Транснефть».

Список литературы

- [1] Методика оценки эффективности использования электроэнергии на перекачку нефти в условиях снижения объемов перекачки нефти. Уфа.: ИМех УНЦ РАН. 1999. 35 с.
- [2] Авторское свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ «Расчёты по определению эффективности использования электроэнергии при трубопроводном транспорте нефти (Электроэффект)» // Богданов Р. М. Лукин С. В., Жигулин Д. Н. Патент № 2008613898, зарегистрированный в Реестре программ для ЭВМ по заявке № 2008612025 от 15 августа 2008 г.
- [3] Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных. М. Вильямс, 2001. 1072 с.