

*Мартыненко Г.Н.,
кандидат экономических наук, доцент
доцент кафедры «Теплогазоснабжение и нефтегазового дела»
Воронежский государственный технический университет
Россия, г. Воронеж*

*Горохова Н.Н.,
студент магистратуры
2 курс, факультет «Инженерных систем и сооружений»
Воронежский государственный технический университет
Россия, г. Воронеж*

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

***Аннотация:** В статье рассматриваются методы оценки энергоэффективности магистральных нефтепроводов. Затраты на электроэнергию является основным показателем эффективности работы магистрального нефтепровода и магистральных насосных агрегатов. Авторами рассмотрен комплекс мероприятий для минимизации расхода электроэнергии.*

***Ключевые слова:** магистральный нефтепровод, энергоэффективность, минимизация затрат электроэнергии.*

***Annotation:** The article discusses methods for assessing the energy efficiency of oil trunk pipelines. The cost of electricity is the main indicator of the efficiency of the main oil pipeline and main pumping units. The authors considered a set of measures to minimize power consumption.*

***Key words:** main oil pipeline, energy efficiency, minimization of electricity costs.*

Основными энергоносителями в России и в зарубежных странах являются невозобновляемые ресурсы (нефть, газ). Согласно данным ОПЕК World oil Outlook 2020 нефть останется доминирующим источником энергии в мире вплоть до 2045г. В целом на ископаемые виды топлива придется 72,5 % мирового энергобаланса. По ожиданиям ОПЕК спрос на первичные источники энергии (нефть, газ, уголь, АЭС), а также на возобновляемые источники возрастет до 361,3 млн. в 2045 году. Предполагается, что нефть остается топливом с наибольшей долей в энергобалансе, хотя и сократится до 27,5 % в 2045 году. Быстрые темпы роста среди всех источников энергии будет приходится: на солнечную, ветряную и геотермальную энергию и составит примерно в сумме 6,6% в год. [4].

Проблема энергосбережения в данный момент времени остро стоит во всех отраслях экономика России. Энергосберегающая политика Российской Федерации направлена на экономию энергетических ресурсов во всех отраслях ТЭК[3].

Затраты на электроэнергию является основным показателем эффективности работы магистрального нефтепровода и магистральных насосных агрегатов. Определим, что является показателем энергетической эффективности. Показателем энергетической эффективности является абсолютный, удельный или относительный параметр потребления или потерь энергетических ресурсов для продукции любого назначения или технологического процесса.

На рисунке 1 представлена классификация показателей энергетической эффективности.



Рисунок. 1. Классификация показателей энергетической эффективности

Рассмотрим подробнее методы определения показателей.

Статический метод – подбор и обработка статических данных по показателям энергоэффективности продукции, выбранного в качестве прототипов исследуемого образца.

Расчетно-аналитическом методе применяются методики определения расчетных значений показателей при проектировании изделий.

Приборный метод - проведение специальных испытаний промышленных образцов продукции и измерений фактических значений показателей энергоэффективности.

Опытно-экспериментальный метод основывается на данных специально организованных экспериментах с опытными образцами энергопотребляющей продукции с проведением специальных измерений характеристик для оценки показателей энергоэффективности

Смешанный метод- комбинация двух или большего числа вышеперечисленных методов[2].

Основные затраты на транспортировку нефти приходится на энергопотребление технологическим оборудованием нефтеперекачивающих оборудовани^{ем} нефтеперекачивающих станций. Для оценки энергетической эффективности работы магистрального нефтепровода применяются следующие параметры: общий объем энергопотребления; объем потребления электроэнергии на транспортировку нефти и на собственные нужды; удельное энергопотребление; коэффициент полезного действия.

Расходуемая электроэнергия в трубопроводе при транспортировке нефти, состоит из двух частей: потребление электроэнергии насосными агрегатами $W_{НА}$ (составляет около 95% общего расхода); собственные нужды $W_{СН}$ (составляет около 5%)

Следовательно, общее количество потребляемой электроэнергии вычисляется по формуле[2] :

$$W = W_{НА} + W_{СН} \quad (1)$$

Потребление электроэнергии насосными агрегатами находят по формуле:

$$W_{НА} = W_{мин.н} + W_2 + W_3 + W_{кпд} + W_{нер.} + W_{техн.} \quad (2)$$

Где,

$W_{мин.н}$ - минимальный необходимый расход;

W_2 - расход на циклическую работу магистральным нефтепроводом связанную с периодической остановкой перекачки;

W_3 - расход, связанный с режимными затратами;

$W_{кпд}$ - расход, обусловленный отклонением фактических характеристик магистральных насосных агрегатов от паспортных характеристик;

$W_{нер.}$ - расход, связанный с неравномерностью работы, в связи с проведением ремонтных работ;

$W_{техн.}$ - расход, связанный с технологическими затратами.

Чтобы минимизировать расход электроэнергии необходимо проведение ряда мероприятий[5,7]. Комплекс предполагаемых мероприятий представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Комплекс мероприятий для минимизации расхода электроэнергии

№ п.п.	Минимизация расхода электроэнергии	Комплекс мероприятий
1	Уменьшить расход на циклическую работу	Замена роторов насоса; замена магистральных насосных агрегатов; уменьшить число рабочих ступеней магистральных насосных агрегатов; применить регулируемый привод магистральных насосных агрегатов
2	Снижение потребления электроэнергии на режимные затраты	Определить оптимальную расстановку роторов магистральных насосных агрегатов; определить оптимальный ряд режимов работ.
3	Уменьшение потерь за счет отклонения фактических характеристик магистральных насосных агрегатов от паспортных характеристик	Своевременный ремонт и замена насосных агрегатов
4	Минимизация затрат на неравномерность работ,	Оптимизация проведения ремонтных работ, внедрение преобразователей частоты в схему магистральных насосных агрегатов.

	вызванных проведением ремонтных работ	
5	Снижение технологических затрат	Периодическая очистка внутренней полости магистрального нефтепровода, обеспечение ритмичности режимов работы, работать только на режимах из ряда оптимальных, работать в течении месяца на режимах не более двух из ряда оптимальных.

В работе [1] предлагается методика оценки эффективности работы магистрального нефтепровода, основанный на расчетно-статическом методе определения показателей энергоэффективности. Автор предложил ввести норму расхода электрической энергии для каждого участка магистрального нефтепровода на плановый период. Норма расхода электрической энергии вычисляется по формуле:

$$N_{2н} = \frac{W_{\text{мин.н}}}{\eta_{\text{н.э.э.тр.}}} \quad (3)$$

Где, $\eta_{\text{н.э.э.тр.}}$ - нормативный коэффициент энергетической эффективности трубопровода для технологического участка;

$W_{\text{мин.н}}$ - минимальная необходимая энергия для перекачки партии нефти G по трубопроводу.

$W_{\text{мин.н}}$ определяется по формуле:

$$W_{\text{мин.н}} = GHg + W_{\text{н.эл.дв.}} + W_{\text{н.нас.}} \quad (4)$$

Где,

G - плановый объем перекачки нефти по трубопроводу, кг;

H - потери напора в трубопроводе, необходимые для перекачки планового объема нефти, м;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

$W_{н.эл.дв.}$ - нормативные потери электроэнергии в электродвигателях на плановый период, Вт · с;

$W_{н.нас.}$ - нормативные потери электроэнергии в насосах на плановый период, Вт · с.

В диссертации Ревель-Муроз П.А. [6] разработал алгоритм и расчетная методика вычисления КПД технологического участка магистрального нефтепровода. Методика позволяет на основании данных со штатных систем автоматизации осуществлять непрерывный мониторинг контролируемых параметров перекачки и их отклонений от заданных показателей для расчета энергоэффективности. Данная методика учитывает не только снижение энергозатра, но и эксплуатационные факторы, позволяющая сократить реальный срок окупаемости частотно-регулируемых приводов до 15 лет.

Авторами были рассмотрены методика оценки эффективности работы магистрального нефтепровода, а также алгоритм и расчетная методика вычисления КПД технологического участка магистрального нефтепровода. Следовательно, можно сделать вывод, что разработка алгоритма внедрения энергосберегающих мероприятий является актуальной задачей в данный момент.

Использованные источники:

1. Богданов Р.М. Расчет норм потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2012. № 1. С. 47-57.

2. Гольянов А.И., Гольянов А.А., Кутуков С.Е. Обзор методов оценки энергоэффективности магистральных нефтепроводов// Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов.-2017.- 4(110).-С.156-170

3. Китаев С.В. Определение энергетической эффективности компрессорных станций на магистральных газопроводах// Территория «Нефтегаз» №.-2015.-№10.-С72-75

4. ОПЕК не видит альтернативы нефти в ближайшую четверть века [Электронный ресурс] URL :<https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/10/08/842636-opek-alternativi> (дата обращения: 10.01.2021).

5. Разбойников А.А., Барсуков Н.С. Разработка методики оценки энергетической эффективности магистрального нефтепровода—Экспозиция Нефть Газ.-2019.-№2(69).- 5с.

6. Ревель-Муроз П.А. разработка методов повышения энергоэффективных нефтепроводного транспорта с внедрением комплекса энергосберегающих технологий: дис.... канд. техн. наук, Уфа, 2018.- 202с.

7. Шабанов В.А. Методы оценки и пути повышения эффективности частотно- регулируемого электропривода магистральных насосов на действующих нефтепроводах/ В.А. Шабанов// Нефтегазовое дело. Прикладные академические исследования.-2015.-Т.13,№3.- С. 73-82.