

УДК 622.692.4

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТРУКТУРЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ

Богданов Р.М.

Институт механики УНЦ РАН, г. Уфа

e-mail: rash@anrb.ru

***Анотация.** В статье рассмотрены вопросы оценки эффективности потребления электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти. Предложена методика расчета структуры потребления электроэнергии магистральными нефтепроводами. Полученные результаты могут быть использованы при проведении энергетических обследований магистральных нефтепроводов.*

***Ключевые слова:** структура, трубопровод, перекачка, электроэнергия, энергетическая эффективность*

Федеральный закон об энергосбережении [1] направлен на эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов. Значительную часть эксплуатационных расходов в трубопроводном транспорте нефти составляет электроэнергия. В себестоимости перекачки нефти ее доля составляет около 35 % [2], что свидетельствует о том, что проблема эффективного и рационального использования электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти является актуальной. Для эффективного и рационального использования электроэнергии необходимо четко представлять структуру ее потребления.

В соответствии с принятыми в ОАО «АК «Транснефть» определениями [3], электроэнергия, расходуемая в трубопроводном транспорте нефти, состоит из двух частей:

а) потребление электроэнергии насосными агрегатами (расход электроэнергии на перекачку нефти).

К этой группе относится расход электроэнергии, непосредственно связанный с выполнением работы на магистральном нефтепроводе (МН), т.е. с перекачкой нефти по трубопроводам. Такой расход электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти фиксируется на электродвигателях магистральных насосных агрегатах (МНА) и подпорных насосных агрегатах (ПНА) и практически полностью зависит от объемов перекачки нефти;

б) собственные нужды НПС, ЛПДС.

В такую группу входит все потребление электроэнергии на производственные процессы, не зависящие от объема перекачки нефти: потребления электроэнергии на собственные производственные нужды, обусловленные необходимостью круглосуточного поддержания в рабочем состоянии МН и его оборудования для выполнения производственного процесса.

К ним относятся такие затраты электроэнергии как: освещение территории НПС; электропривод технологических задвижек, задвижек и технологического оборудования резервуарного парка; электропривод вспомогательных систем насосных НПС; поверки узлов учета; электропривод оборудования; потери электроэнергии в сетях и трансформаторах; электропривод запорной арматуры линейной части; освещение зданий административно-бытовых помещений НПС, РНУ и т.д.

Структура потребления электроэнергии на собственные нужды НПС, ЛПДС изложена в [4], вопрос о структуре потребления электроэнергии на перекачку нефти рассмотрим подробнее.

Традиционно структура потребления электроэнергии на перекачку нефти состояла из одной составляющей – расхода электроэнергии насосными агрегатами [5, 6]. В работе [2] рассмотрен баланс энергопотребления, включающий в себя системную и динамическую составляющие потерь в электродвигателях, насосах, в линейной части и т.д. Недостатком данной работы является использование для расчетов гидравлических потерь одной формулы (для параметра Рейнольдса более 2320), что приводит к большим погрешностям при расчетах. Так из приведенных в работе [2] данных видно, что затраты на гидравлические потери расчетные и фактические отличаются почти на 40 % (19575 квт·ч и 27402 квт·ч соответственно). Также необходимо отметить, что методология, изложенная в [2] предполагает анализ показателей для коротких отрезков времени (час, сутки), без учета динамики погрешностей измеряемых величин, что вызывает большие сомнения в достоверности получаемых результатов. В [7] была предложена структура расхода электроэнергии на перекачку нефти, но в ней не учитывался расход на режимные мероприятия, на отклонение фактических характеристик, от паспортных и т.д.

Рассмотрим структуру расхода электроэнергии на перекачку нефти по магистральным нефтепроводам состоящую из следующих статей:

1. минимально необходимый расход (на расчетно-оптимальном режиме);

В соответствии с [4] расчетно-оптимальный режим – стационарный режим для существующего типа оборудования с расчетными характеристиками, удовлетворяющий критерию минимальных затрат электроэнергии для определенного объема перекачки и входящий в ряд оптимальных технологических режимов.

2. расход на циклическую работу МН, связанную с периодической остановкой перекачки;

3. расход, связанный с режимными затратами;

4. расход, обусловленный отклонением фактических характеристик МНА от паспортных (каталожных);

5. расход, связанный с неравномерностью работы, в связи с проведением ремонтных работ;

6. расход, связанный с технологическими затратами.

Рассмотрим структуру расхода электроэнергии подробнее.

а) минимально необходимый расход электроэнергии.

К этой статье относится расход электроэнергии, необходимый для выполнения работы по перемещению заданного объема нефти из начального пункта до конечного, на расчетно-оптимальном режиме работы МН. В свою очередь он включает в себя:

1. расход непосредственно на работу по перекачке нефти или на преодоление сил сопротивления при движении нефти по трубам, обусловлен гидродинамическими процессами на расчетно-оптимальном режиме работы МН;

2. затраты электроэнергии в насосах, связанные с преобразованием механической энергии, подводимой к валу насоса, в гидравлическую энергию движения жидкости, необходимую для выполнения работы на расчетно-оптимальном режиме;

3. затраты электроэнергии на электродвигателях основных и подпорных насосов, обусловленные процессами, необходимыми для преобразования электрической энергии в механическую энергию, требуемую для выполнения работы на расчетно-оптимальном режиме;

б) расход на циклическую работу МН.

Расход по этой статье возникает в том случае, когда на рассматриваемом участке МН имеет место циклическая работа, связанная с периодической остановкой перекачки. Циклическая работа происходит в том случае, когда объем перекачки по МН в единицу времени, при существующем минимальном режиме работы МН (минимальной пропускной способности МН) больше, чем необходимый по плану поставки нефти за рассматриваемый период при равномерной работе.

Расход по этой статье включает в себя:

1. расход электроэнергии на увеличение объема работы на перекачку заданного объема нефти при циклической перекачке по сравнению с равномерной работой МН;

2. затраты электроэнергии в насосах, связанные с преобразованием механической энергии, подводимой к валу насоса, в гидравлическую энергию движения жидкости, необходимую для выполнения увеличенного объема работы;

3. затраты электроэнергии на электродвигателях магистральных и подпорных насосов, обусловленные процессами, необходимыми для преобразования электрической энергии в механическую энергию, требуемую для выполнения увеличенного объема работы;

в) расход электроэнергии, связанный с режимными затратами.

К этой статье относится расход электроэнергии, связанный с увеличением расхода энергии при работе на существующих режимах (в соответствии с режимом карты режимов), по сравнению с минимально необходимым расходом на расчетно-оптимальном режиме.

Расход энергии по этой статье включает в себя:

1. дополнительный расход электроэнергии на перекачку плановых объемов нефти на существующих режимах, по сравнению с расчетно-оптимальным режимом МН;

2. затраты энергии в насосах, связанные с преобразованием механической энергии, подводимой к валу насоса, в гидравлическую энергию движения жидкости, необходимую для выполнения увеличенного объема работы;

3. затраты энергии на электродвигателях магистральных и подпорных насосов, обусловленные процессами, необходимыми для преобразования электрической энергии в механическую энергию, которая требуется для выполнения увеличенного объема работы;

г) расход электроэнергии, обусловленный отклонением фактических характеристик МНА от паспортных (каталожных).

По этой статье потери энергии образуются при наличии отклонения фактических КПД МНА от паспортных (каталожных) данных;

д) расход электроэнергии, связанный с неравномерностью режимов работы, в связи с проведением ремонтных работ.

Расход электроэнергии по данной статье образуется при условии проведения ремонтных работ, связанных с остановкой перекачки, и как следствие увеличения расхода электроэнергии на восполнение недопоставленного объема нефти. Дополнительный расход связан с необходимостью работы на режимах, превышающих по объемам перекачки плановые, определяемые для условия выполнения плана поставок при равномерной работе;

е) расход электроэнергии, связанный с технологическими затратами.

Затраты энергии по данной статье связаны в основном с технологическими процессами, к которым относятся следующие факторы:

1. наличие непроизводительных потерь на трение (дросселирование, перепуск объемов нефти с предохранительных клапанов и т.д.), не отраженных в режимных технологических картах;

2. состояние внутренней полости нефтепроводов;

3. потери энергии при переходных процессах (режимах) в МН;

4. неритмичность работы технологического участка, связанная с неравномерностью объемов приема и поставки нефти на технологическом участке;

5. фактическое состояние насосно-силового оборудования, не отраженное по результатам энергетического обследования или возникшее после его проведения.

Расчет структуры расхода электроэнергии на перекачку нефти по МН проводится по нижеприведенным формулам.

Расчет минимально необходимого расхода электроэнергии на расчетно-оптимальном режиме $W_{\text{мин.н.}}$, Вт·с, определяется по формуле:

$$W_{\text{мин.н.}} = W_1 + W_{1\text{нас.}} + W_{1\text{эл.дв.}}, \quad (1)$$

где W_1 – расход энергии в трубопроводе, необходимый для перекачки нефти по технологическому участку на расчетно-оптимальном режиме для рассматриваемого периода для фактических данных (объем перекачки, время работы, вязкость, плотность), Вт·с, ;

$W_{1\text{нас.}}$ – потери электроэнергии при расчетно-оптимальном режиме на насосах для рассматриваемого периода, Вт·с;

$W_{1\text{эл.дв.}}$ – потери электроэнергии при расчетно-оптимальном режиме на электродвигателях для рассматриваемого периода, Вт·с.

Расчет величины расхода электроэнергии W_1 , Вт·с, необходимой для выполнения работы на расчетно-оптимальном режиме производится по формуле:

$$W_1 = G_1 \cdot H_1 \cdot g, \quad (2)$$

где G_1 – фактический объем перекачки нефти по участку МН, за рассматриваемый период по массе брутто, кг;

H_1 – потери напора в трубопроводе на рассматриваемом участке, необходимые для перекачки нефти объемом G_1 , м; расчет проводится в соответствии с [4].

g – ускорение свободного падения, м/с².

Определим затраты энергии на насосах, связанные с преобразованием механической энергии, подводимой к валу насоса, в гидравлическую энергию движения жидкости, необходимую для выполнения работы на расчетно-оптимальном режиме.

Затраты энергии на насосах возникают за счет потерь энергии при преобразовании механической энергии, подводимой к валу насоса, в гидравлическую энергию движения жидкости. Оценка величины затрат энергии в насосе $W_{1\text{нас.}}$, Вт·с, производится на основании КПД насоса. Они рассчитываются по формуле:

$$W_{1\text{нас.}} = W_1 \cdot \left(\frac{100 - \eta_{\text{н.нас.}}}{\eta_{\text{н.нас.}}} \right), \quad (3)$$

где $\eta_{\text{н.нас.}}$ – паспортный КПД насоса для среднего расхода рассматриваемого периода, %;

Определим затраты энергии на электродвигателях магистральных и подпорных насосов, необходимые для выполнения работы на расчетно-оптимальном режиме.

Затраты энергии на электродвигателях магистральных и подпорных насосов возникают за счет потерь энергии при преобразовании электрической энергии в механическую энергию и выражаются через КПД электродвигателя. Расчет затрат энергии на электродвигателях $W_{1\text{эл.дв.}}$, Вт·с, производится по формуле:

$$W_{1\text{эл.дв.}} = (W_{1\text{нас.}} + W_1) \cdot \left(\frac{100 - \eta_{\text{н.эл.дв.}}}{\eta_{\text{н.эл.дв.}}} \right), \quad (4)$$

где $\eta_{\text{н.эл.дв.}}$ – паспортный КПД электродвигателя по средней нагрузке за рассматри-

ваемый период, %;

Определим расход электроэнергии на циклическую работу МН. Рассматриваются расходы электроэнергии при расчетно-оптимальном режиме работ и расходы, возникающие при циклической работе. Их разница равна расходу электроэнергии на циклическую работу W_2 , Вт·с, и определяется по формуле:

$$W_2 = (W_{цикл.} + W_{2нас.} + W_{2эл.дв.}) - W_{мин.н.}, \quad (5)$$

где $W_{цикл.}$ – расход электроэнергии при циклической работе, Вт·с;

$W_{2нас.}$ – затраты энергии на насосах необходимые для выполнения увеличенного объема работы при циклической работе, Вт·с;

$W_{2эл.дв.}$ – затраты энергии на электродвигателях необходимые для выполнения увеличенного объема работы при циклической работе, Вт·с;

$W_{мин.н.}$ – минимально необходимый расход электроэнергии для обеспечения перекачки фактического объема нефти G_1 по участку МН, за рассматриваемый период по массе брутто, кг, на расчетно-оптимальном режиме, Вт·с.

Затраты энергии при циклической работе определяются в следующей последовательности:

а) определяется необходимость циклической работы.

С этой целью сравниваются минимальная производительность перекачки $G_{мин}$, кг/ч, существующая в рассматриваемом периоде времени и фактические объемы перекачки на данном участке за рассматриваемый период, $G_τ$, кг/ч. Эти параметры приводятся к одной единице измерения – кг/ч.

Если $G_{мин}/G_τ > 1$, то циклическая работа необходима и $W_2 > 0$, в противном случае затрат энергии на циклическую работу нет и $W_2 = 0$. Здесь $G_τ$ – плановый объем перекачки в единицу времени по массе брутто, кг/ч; $G_{мин}$ – объем перекачки на минимальном режиме, кг/ч, в единицу времени;

б) определяется величина затрат энергии на увеличение объема работы при циклической перекачке, $W_{цикл.}$, Вт·с, по формуле:

$$W_{цикл.} = G_1 \cdot H_2 \cdot g, \quad (6)$$

где G_1 – фактический объем перекачки нефти по участку МН за рассматриваемый период по массе брутто, кг;

H_2 – потери напора в трубопроводе, необходимые для перекачки нефти при циклической работе, возникающие при перекачке на режиме с объемом $G_{мин}$, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Определение H_2 производится в соответствии с [4].

Расчет затрат энергии на насосах, необходимых для выполнения увеличенного объема работы при циклической работе $W_{2нас.}$, Вт·с, производится по формуле:

$$W_{2нас.} = W_{цикл.} \cdot \left(\frac{100 - \eta_2}{\eta_2} \right), \quad (7)$$

где η_2 – КПД насосов технологического участка для объема $G_{мин}$, %; определяется

для насосов, фактически участвовавших в перекачке за рассматриваемый период.

Расчет затрат энергии на электродвигателях $W_{2эл.дв.}$, Вт·с, при циклической работе производится по формуле:

$$W_{2эл.дв.} = (W_{2нас.} + W_{цикл.}) \cdot \left(\frac{100 - \eta_{эл.дв.}}{\eta_{эл.дв.}} \right), \quad (8)$$

где $\eta_{эл.дв.}$ – КПД электродвигателя, %, определяется по паспортным характеристикам, для электродвигателей подпорных и основных насосов, фактически работавших в рассматриваемом периоде.

Рассмотрим расчет расхода электроэнергии, связанного с режимными затратами.

При расчетах электроэнергии рассматривается два возможных варианта:

- а) при наличии циклической перекачки;
- б) затраты энергии на циклическую перекачку равны нулю.

Определим режимные затраты энергии при наличии расхода электроэнергии на циклическую перекачку:

В этом случае рассматривается разница в расходе электроэнергии на существующем режиме и расчетно-оптимальном для циклической перекачки.

Расход электроэнергии при циклической перекачке на существующем минимальном режиме $W_{G \min}$, Вт·с, определяются по формуле:

$$W_{G \min} = W_{сущ.мин.} \cdot n, \quad (9)$$

где $W_{G \min}$ – расход электроэнергии за час, Вт·с/ч, на минимальном существующем режиме (определяется по карте технологических режимов работы МН, для минимальной пропускной способности нефтепровода);

n – количество часов работы на режиме G_{\min} для обеспечения плановой перекачки объемом G , ч, определяется по формуле:

$$n = G_1 / G_{\min}. \quad (10)$$

где G_1 – фактический объем перекачки нефти по участку МН, кг, за рассматриваемый период по массе брутто;

G_{\min} – минимальная производительность перекачки технологического участка, кг/ч.

Расход электроэнергии на режимные затраты W_3 , Вт·с, определяется по формуле:

$$W_3 = W_{G \min} - (W_{цикл.} + W_{2нас.} + W_{2эл.дв.}), \quad (11)$$

где $W_{цикл.}$ – расход электроэнергии при циклической работе на технологическом участке, Вт·с,;

$W_{2нас.}$ – потери энергии в насосах при циклической работе, Вт·с,;

$W_{2эл.дв.}$ – потери энергии в электродвигателях при циклической работе, Вт·с,.

Определим режимные затраты энергии при отсутствии циклической перекачки проводится между расходом энергии на расчетно-оптимальном режиме и расходом электроэнергии на существующих режимах из технологической карты

режимов за рассматриваемый период. Расчет расхода электроэнергии при существующих режимах $W_{\text{суц.}}$, Вт·с, производится по формуле:

$$W_{\text{суц.}} = W_{\text{суц.1}} \cdot n_1 + W_{\text{суц.2}} \cdot n_2, \quad (12)$$

где $W_{\text{суц.1}}$ и $W_{\text{суц.2}}$ – соответственно часовой расход электроэнергии на первом и втором фактических режимах из реестра режимов технологического участка, обеспечивающих перекачку объемом G_1 за рассматриваемый период, Вт·с,;

n_1 и n_2 – соответственно время работы на первом и втором режимах, обеспечивающих плановую перекачку объемом G за заданный период времени, ч.

Расход электроэнергии на режимные затраты W_3 , Вт·с, определяется по формуле:

$$W_3 = W_{\text{суц.}} - W_{\text{мин.н.}}, \quad (13)$$

где $W_{\text{суц.}}$ – расход электроэнергии при существующих режимах, обеспечивающих перекачку нефти объемом G_1 , Вт·с;

$W_{\text{мин.н.}}$ – минимально необходимый расход электроэнергии на расчетно-оптимальном режиме, обеспечивающий перекачку нефти объемом G_1 , Вт·с.

Определим расход электроэнергии за счет изменения КПД МНА.

При наличии информации о фактическом состоянии КПД МНА режимные затраты W_3 , Вт·с, определяются по формуле:

$$W_3 = W_{\text{КПД}} + W_{\text{расч.}}, \quad (14)$$

где $W_{\text{расч.}}$ – расчетные затраты, связанные с отличием существующих режимов работы от расчетно-оптимальных, Вт·с,;

$W_{\text{КПД}}$ – расход электроэнергии на перекачку нефти за счет изменения фактического КПД насосов по отношению к нормативному КПД насосов, Вт·с,.

Расход электроэнергии $W_{\text{КПД}}$, Вт·с, определяется по формуле:

$$W_{\text{КПД}} = \left(\frac{\eta_{\text{факт.}} - \eta_{\text{н.нас.}}}{100} \right) \cdot W_{\text{факт.}}, \quad (15)$$

где $\eta_{\text{факт.}}$ – фактический КПД насосов, %, технологического участка;

$\eta_{\text{н.нас.}}$ – нормативный КПД насоса для рассматриваемого периода, %;

$W_{\text{факт.}}$ – фактический расход электроэнергии на технологическом участке за рассматриваемый период, Вт·с.

Фактический КПД насосов $\eta_{\text{факт.}}$, %, определяется на основании данных энергетических обследований, по формуле:

$$\eta_{\text{факт.}} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\eta_{\text{факт.}j} \cdot P_{\text{ф}j} \cdot \tau_i)}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (P_{\text{ф}j} \cdot \tau_i)}, \quad (16)$$

где $\eta_{\text{факт.}j}$ – фактический КПД j -го насоса для i -го режима, %;

$P_{\text{ф}j}$ – фактическая мощность, потребляемая j -ым насосом, на i -ом режиме, кВт;

τ_i – время работы насосов на i -ом режиме за рассматриваемый период, ч;

n – количество магистральных и подпорных насосов на технологическом участке, работавших на фактических режимах за рассматриваемый период.

Расход электроэнергии на неравномерность работы нефтепровода, обусловленный проведением плановых работ и связанной с этим остановкой нефтепровода $W_{нер}$, Вт·с, определяется по формуле:

$$W_{нер} = \frac{G_1 \cdot (H_3 - H_1) \cdot g \cdot 10^4}{\eta_{н.нас.} \cdot \eta_{н.эл.дв.}}, \quad (17)$$

где G_1 – фактический объем перекачки нефти по участку МН за рассматриваемый период по массе брутто, кг;

H_3 – потери напора, необходимые для обеспечения планового объема перекачки с учетом времени проведения ремонтных работ и связанных с этим остановок перекачки нефти по трубопроводу, м;

H_1 – потери напора в трубопроводе на рассматриваемом участке, необходимые для перекачки нефти объемом G_1 , м;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$\eta_{н.нас.}$ – паспортный КПД насоса для среднего расхода за рассматриваемый период, %;

$\eta_{эл.дв.}$ – паспортный КПД электродвигателя за рассматриваемый период, %.

H_3 определяется в соответствии [4] для времени $\tau_{расч.}$, ч, которое определяется по формуле:

$$\tau_{расч.} = \tau_{кал.} - \tau_{рем.}, \quad (18)$$

где $\tau_{кал.}$ – календарное время рассматриваемого периода времени, ч;

$\tau_{рем.}$ – время, необходимое для проведения ремонтных работ, повлекших за собой остановку перекачки нефти по нефтепроводу за рассматриваемый период времени, ч.

Расход электроэнергии на технологические затраты $W_{техн.}$, Вт·с, определяется по формуле:

$$W_{техн.} = W_{факт.} - (W_{мин.н.} + W_2 + W_3 + W_{нер.}), \quad (19)$$

где $W_{факт.}$ – фактический расход электроэнергии на перекачку, Вт·с, за рассматриваемый период;

$W_{мин.н.}$ – минимально необходимый расход электроэнергии на расчетно-оптимальном режиме, обеспечивающий перекачку нефти объемом G_1 , Вт·с;

W_2 – расход электроэнергии на циклическую работу по сравнению с равномерной перекачкой, Вт·с;

W_3 – расход электроэнергии на режимные затраты, Вт·с;

$W_{нер.}$ – расход электроэнергии на неравномерность работы МН, обусловленный проведением плановых работ и связанной с этим остановкой МН, Вт·с.

В заключение рассмотрим пример расчета структуры расхода электроэнергии по предложенной методике.

Расчет структуры будем проводить для участка магистрального нефтепровода, работающего по схеме «из насоса в насос».

Длина технологического участка 372530 м; $D_{эфф} = 1,088$ м; $G_{min} = 20$ тыс. т/сут; на участке в работе 4 НПС, $n = 4$; $\tau = 8400$ ч; $W_{факт.} = 420510$ тыс. кВт·ч; $G_l = 61158$ тыс.т/год = 154,594 тыс.т/день; $\Delta Z = 65,6$ м; $h_{ост.} = 0$ м; среднегодовая вязкость $\nu = 12,7 \cdot 10^{-6}$ м²/с; среднегодовая плотность $\rho = 870$ кг/м³, $\eta_{факт.} = 84,42$ %.

На участке установлены насосы типа НМ-10000 с рабочим колесом на 0,7 от номинального, электродвигатели типа СТД-6300. КПД электродвигателя составляет $\eta_{н.эл.дв.} = 97,0$ %, КПД насосных агрегатов при объеме перекачки 61158 тыс.т/год составил 82,8166 %.

Результаты расчета представлены на рис. 1.

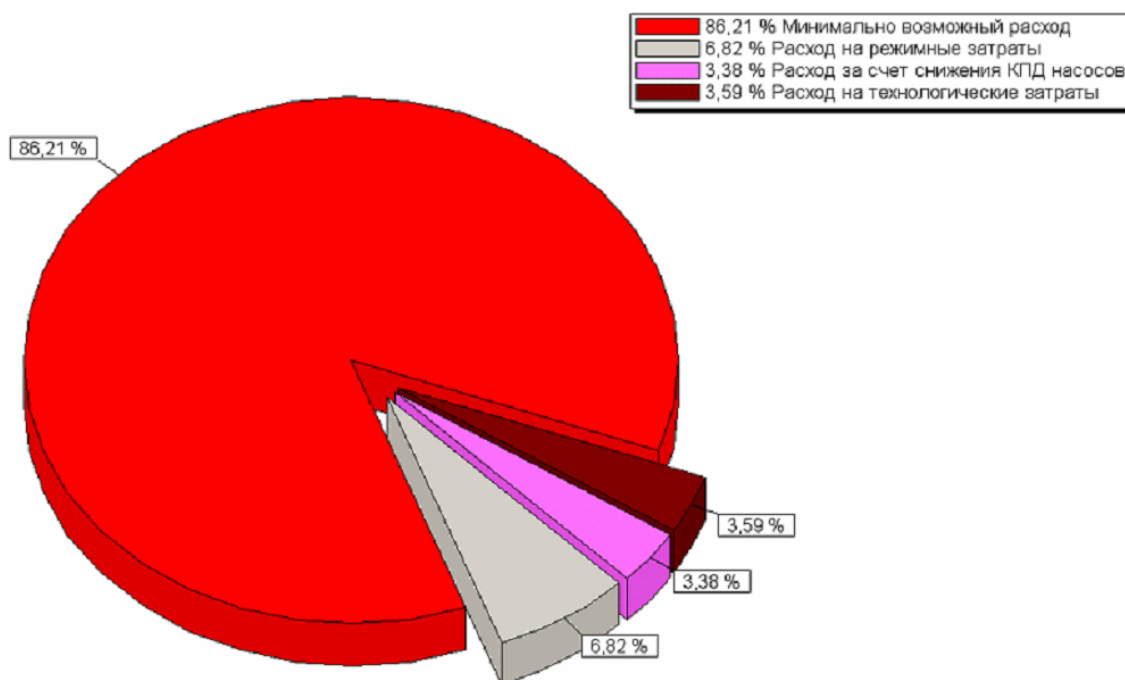


Рис. 1. Структура расхода электроэнергии на перекачку нефти

Из полученной структуры расхода электроэнергии видно, какие мероприятия необходимы для повышения эффективности использования электроэнергии. Для рассмотренного примера к ним относятся: разработка ряда оптимальных режимов работ МН (резерв в снижении расхода электроэнергии 6,82 % от объема потребления); повышение КПД МНА до паспортных параметров (резерв 3,38 %); повышение технологической дисциплины при эксплуатации МН (резерв 3,59 %), включая мероприятия: по очистке внутренней поверхности трубопроводов; уменьшения количества пусков/остановок МНА; работы МН только на режимах, входящих в ряд оптимальных и т. д.

Выводы

Предложена методика расчета структуры потребления электроэнергии на перекачку нефти по магистральным нефтепроводам. Методика позволяет определить «узкие места», и разработать мероприятия по их устранению. Методика может быть использована при проведении энергетических обследований объектов магистральных нефтепроводов.

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».
2. Кутуков С.Е. Информационно-аналитические системы магистральных трубопроводов. М.: СИП РИА, 2002. 324 с.
3. ОР-91.140.50-КТН-036-09. Отраслевой регламент планирования и учета потребления электроэнергии в ОАО МН ОАО «АК «Транснефть».
4. РД-91.140.50-КТН-043-11. Методика расчёта расхода электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти.
5. Акбердин А.М., Сазонов А.З., Еронен В.И., Рахимов А.С. К определению расхода электроэнергии на объектах магистральных нефтепроводов // Нефтегазовое дело. 2006. Том 6. №1. С.133 - 141. <http://www.ngdelo.ru/2006/1/133-142.pdf>
6. РД 3-30-1268-85 Методика нормирования расхода электроэнергии на транспорт нефти.
7. Отчет о НИР № 98-2-1/1. Методика оценки эффективности использования электроэнергии на перекачку нефти по трубопроводам в условиях снижения объемов перекачки. Институт механики УНЦ РАН, 1998.

METHODIC OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION PATTERN CALCULATION IN OIL TRANSPORTATION VIA PIPELINES

R.M. Bogdanov

Institute of Mechanics Ufa Branch of RAS, Ufa, Russia

e-mail: rash@anrb.ru

Abstract. *This article reveals problems of evaluation of electric energy consumption efficiency in oil transportation via pipelines. The methodic of electric energy consumption pattern calculation in oil transportation via trunk pipelines was suggested. The obtained results can be used during further energy inspections of the main oil pipelines.*

Keywords: *pattern, pipeline, pumping, electric energy, energy efficiency*

References

1. Russian Federation Federal Law No. 261-FZ of November 23, 2009 On Energy Saving and Increase of Energy Efficiency and Introduction of Changes into Separate Legislative Acts of the Russian Federation
2. Kutukov S.E. Informatsionno-analiticheskie sistemy magistral'nykh truboprovodov (Analytical engineering for oil pipelining). Moscow, SIP RIA, 2002. 324 p.
3. OR-91.140.50-KTN-036-09. Otrasevoi reglament planirovaniya i ucheta potrebleniya elektroenergii v OAO MN OAO «AK «Transneft» (The planning and accounting procedural regulations for power consumption in OAO MN OAO "AK" Transneft").
4. RD-91.140.50-KTN-043-11. Metodika rascheta raskhoda elektroenergii v truboprovodnom transporte nefi (Procedure for calculation of power consumption in oil transportation).
5. Akberdin A.M., Sazonov A.Z., Eronen V.I., Rakhimov A.S. K opredeleniyu raskhoda elektroenergii na ob"ektakh magistral'nykh nefteprovodov (To determination of electrical energy consumption at main petroleum pipelines units), *Oil and Gas Business*, 2006, Vol. 6, Issue 1, pp. 133 - 141. <http://www.ngdelo.ru/2006/1/133-142.pdf>
6. RD 3-30-1268-85. Metodika normirovaniya raskhoda elektroenergii na transport nefi (Procedure for introduction of power consumption for oil transportation).
7. Research report № 98-2-1/1. Metodika otsenki effektivnosti ispol'zovaniya elektroenergii na perekachku nefi po truboprovodam v usloviyakh snizheniya ob'emov perekachki (Methodology to evaluate the efficiency of use of electric power for pumping oil through pipelines in the conditions of reduction pumping volumes). Institut mekhaniki UNTs RAN, 1998.