

Рис. 1. Диаграмма распределения изменение интенсивности аварий магистральных газопроводов различных диаметров по годам

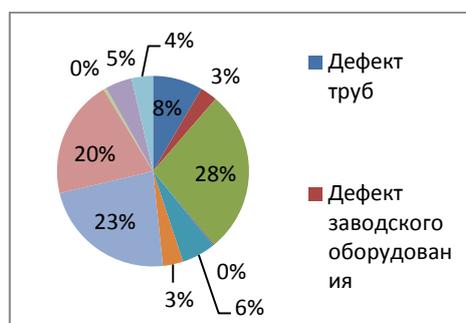


Рис. 2. Доля причин возникновения аварий

Литература

1. Лисин Ю.В., Сощенко А.Е. Технологии магистрального нефтепроводного транспорта. – М.: ООО «Издательский дом Недра», 2013. – 421 с.
2. Харионовский В.В. Надежность и ресурс конструкций газопроводов. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 467 с.
3. Литвин И.Е., Аликин В.Н. Оценка показателей надежности магистральных трубопроводов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 167 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.Ф. Бархатов¹

Научный руководитель профессор В.А. Поляков²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия

На территории РФ группой компаний «Транснефть» (Компания) эксплуатируется разветвленная сеть магистральных нефтепроводов (МН) и магистральных нефтепродуктопроводов (МНПП) общей протяженностью ~72,99 тыс. км [1].

Большой удельный вес в структуре затрат ОАО «АК «Транснефть» занимают затраты на электрическую энергию связанную с перекачкой нефти и нефтепродуктов, так в 2013 г. указанные затраты составили ~6 % от всех затрат Компании [1]. Снижение затрат Компании на электроэнергию хотя бы на 1% в 2013 г. позволило бы получить экономию 345 млн. руб. по итогам года [1].

Прежде чем приступать к решению многофакторной задачи энергосбережения необходимо решить задачу классификации (группировки) факторов влияющих на расход электроэнергии.

В трубопроводном транспорте нефти и нефтепродуктов (ТТ) основной расход электроэнергии связан с перекачкой нефти и нефтепродуктов ~ 98,44 % [1], то есть приходится на привод магистральных насосных агрегатов (МНА), остальные ~1,56% [1] идут на собственные нужды перекачивающей станции (ПС). Учитывая большой удельный вес, наибольший интерес представляет уменьшение первой составляющей.

Электроэнергия, расходуемая на перекачку, зависит от множества факторов, от состава МНА, эффективного диаметра нефтепровода, а также от результатов планирования работы МН/МНПП.

По мнению автора, электроэнергию, расходуемую на перекачку можно классифицировать следующим образом:

- 1) электроэнергия, связанная с потреблением МНА;
- 2) электроэнергия, связанная с планированием работы МН/МНПП.

Объясняется этот подход следующим образом, основной задачей ТТ является перекачка заданного объема (V) нефти/нефтепродуктов за период времени T , тогда электроэнергию расходуемую на перекачку можно представить [2, 3]:

$$N = V \cdot (H + z) \cdot \rho \cdot g = Q \cdot (H + z) \cdot \rho \cdot g \cdot T, \quad (1)$$

где Q – расход в трубопроводе; H – потери напора на трение; z – потери напора на преодоление разности высотных отметок; ρ – плотность нефти/нефтепродуктов; g – ускорение свободного падения.

Все размерности введенных обозначений в настоящей работе соответствуют системе СИ.

Расход электроэнергии по (1) можно назвать полезным и такое энергопотребление возможно, только на идеальном трубопроводе, всегда работающем равномерно на одном режиме, без потерь в МНА и идеально чистым от различных отложений, безусловно, на практике это не возможно по ряду объективных причин:

- 1) потери мощности в МНА и системах регулирования ($\Delta N_{\text{рег.}}$);
- 2) уменьшение эффективного диаметра МН/МНПП;
- 3) неравномерность перекачки (неравномерность приемо-сдаточных операций между грузоотправителем и грузополучателем, ремонты на линейной части, проведение внутритрубной диагностики, нештатный отказ ПС или МНА).

Электроэнергия, связанная с потреблением МНА

Формулу (1) можно представить с учетом с учетом потерь в МНА и системах регулирования:

$$N = \frac{Q \cdot (H + z) \cdot \rho \cdot g \cdot T}{\eta_{\text{МНА}}} + \Delta N_{\text{рег.}} \cdot T, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{МНА}}$ – КПД МНА.

КПД МНА представляет собой произведение КПД насоса и всех элементов привода [3], состав элементов зависит от способа плавного регулирования давления (перепуск, дросселирование, частотное регулирование).

Потери мощности в системе регулирования давления на дросселирование ($H_{\text{др.}}$) и на перепуск ($Q_{\text{рег.}}$):

$$\Delta N_{\text{рег.}} = \frac{Q \cdot H_{\text{др.}} \cdot \rho \cdot g}{\eta_{\text{МНА}}}, \quad \Delta N_{\text{рег.}} = \frac{Q_{\text{рег.}} \cdot (H + z) \cdot \rho \cdot g}{\eta_{\text{МНА}}}, \quad (3)$$

при частотном регулировании $\Delta N_{\text{рег.}} = 0$.

Для определения влияния эффективного диаметра на расход электроэнергии формулу (2) можно представить, выразив H для области гидравлически гладких труб через формулу академика Лейбензона [2]:

$$N = \frac{Q \cdot (0.0246 \cdot \frac{Q^{1.75} \cdot \nu^{0.25}}{D^{4.75}} \cdot L + z) \cdot \rho \cdot g \cdot T}{\eta_{\text{МНА}}} + \Delta N_{\text{рег.}} \cdot T, \quad (4)$$

где ν – кинематическая вязкость; L – длина участка между станциями; D – эффективный диаметр трубопровода.

Электроэнергия, связанная с планированием работы МН/МНПП

МН/МНПП по ряду объективных причин указанных выше не может работать только на одном режим. В связи, с чем возникает неравномерность перекачки, которая увеличивает расход электроэнергии [4].

Неравномерность работы МН/МНПП можно разделить на две составляющие: плановая и внеплановая. Плановая неравномерность закладывается при формировании план-графика работы МН/МНПП (переходы между режимами, пропуск очистных устройств, ремонтные работы и т.д), внеплановая связана с аварийными ситуациями на МН/МНПП.

Тогда если перекачка осуществляется с переменной производительностью Q_i , расход электроэнергии можно представить:

$$N = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i \cdot (0.0246 \cdot \frac{Q_i^{1.75} \cdot \nu^{0.25}}{D^{4.75}} \cdot L + z) \cdot \rho \cdot g}{\eta_{\text{МНА}}(Q_i)} + \Delta N_{\text{рег.}}^i \right), \quad (5)$$

Для оценки влияния неравномерности работы МН на расход электроэнергии были проанализированы фактические режимы работы 7 существующих технологических участков (ТУ) ОАО «Сибнефтепровод»

(таблица). За исходные данные были приняты карты соблюдения режимов работы ТУ за 2012, 2013 г., в которых с дискретностью 1 час записывались фактические давления на входе и выходе станции, производительность и т.д. В каждом случае для анализируемого периода в соответствии с методикой [4] рассчитывался перерасход электрической энергии (δN_n), коэффициент неравномерности работы МН, отношение среднеинтегральной производительности к максимальной за рассматриваемый период (Q_0 / Q_{\max}), отношение минимальной производительности к среднеинтегральной за рассматриваемый период (Q_{\min} / Q_0). Расчеты проводились только для стационарных режимов с дискретностью 1 час.

Таблица

Показатели неравномерности работы существующих ТУ ОАО «Сибнефтепровод»

| Наименование ТУ и МН | Анал. период, мес. | $K_n, \%$ | Q_0 / Q_{\max} | Q_{\min} / Q_0 | $\delta N_n, \%$ |
|---------------------------------------|--------------------|-----------|------------------|------------------|------------------|
| ТУ «Холмогоры-Апрельская» МН «ХК» | 14 | 3 | 0,71 | 0,38 | 7 |
| ТУ «Конда-Платина» МН «СГП» | 12 | 1 | 0,92 | 0,52 | 7 |
| ТУ «Пурпе-Холмогоры» МН «УХ» | 12 | 5 | 0,66 | 0,27 | 13 |
| ТУ «Нижневартовская-Ю.Балык» МН «УЮБ» | 14 | 5 | 0,59 | 0,21 | 16 |
| ТУ «Торгили-Юргамыш» МН «НКК» | 12 | 2 | 0,57 | 0,35 | 7 |
| ТУ «Торгили-Юргамыш» МН «УБКУА» | 12 | 3 | 0,67 | 0,27 | 7 |
| ТУ «Конда-Платина» МН «ХК» | 12 | 3 | 0,72 | 0,47 | 13 |

Из таблицы следует, что в рассмотренных примерах коэффициент неравномерности перекачки не превышает 5 %, средние потери электрической энергии из-за неравномерности перекачки составляют ≈ 10 %. С увеличением коэффициента неравномерности перекачки увеличивается δN_n . В отдельных случаях потери электроэнергии из-за неравномерности достигают 16 %.

На основании проведенного автором анализа можно отметить, что расход электроэнергии связанный с перекачкой нефти и нефтепродуктов зависит от множества факторов и для достижения максимальных показателей в области энергосбережения на практике необходимо реализовать комплексный подход направленный на эффективное решение совокупности задач.

Основной научный результат настоящей работы – проанализирована совокупность факторов влияющих на расход электроэнергии связанный с перекачкой нефти и нефтепродуктов, основной практический результат – рассчитаны коэффициенты неравномерности для существующих МН и перерасход электроэнергии из-за неравномерности перекачки.

Литература

1. Годовой отчет ОАО «АК «Транснефть» за 2013 г.
URL: http://www.transneft.ru/u/section_file/7191/godovoi_otchet_oao_ak_transneft_zh_2013_god.pdf. Дата обращения: 20.09.2014.
2. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа – М.: Недра, 1988. – 235 с.
3. Вайншток С.М. и др. Трубопроводный транспорт нефти. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 409 с.
4. Вязунов Е.В., Шепетков Л.Г., Голосовкер В.И. Влияние неравномерности перекачки на расход электроэнергии // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. – 1974. – № 10. – С.10-12.

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА Д.И. Борисов

Научный руководитель доцент Н.А. Антропова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В Российской Федерации функционируют магистральные нефте - и газотрубопроводы общей протяженностью около 600 тыс. км. Аварии магистральных трубопроводов (МТ) обычно являются причинами больших экологических разрушений и экономических потерь. Для исключения аварий трубопроводов налажен их мониторинг с помощью средств, как наружного, так и внутреннего наблюдения и обслуживания их состояния.

Одной из важнейших и практически значимых целей, стоящих сегодня перед каждым предприятием газо- и нефтедобывающей отраслей в России, является создание эффективной автоматизированной системы управления этим предприятием.

Геодезическое позиционирование трубопроводов - комплекс работ, включающий в себя наземные геодезические измерения элементов конструкции трубопровода для подготовки исполнительной документации, контроля точности геометрических параметров и соответствия чертежам, создание карт районов расположения трубопроводов.