

Оценка оптимальности технологических режимов**Куликов А. С.****научный руководитель канд. техн. наук Мызников М. О.****Омский государственный технический университет****ОАО «Транссибнефть»**

Работа на неоптимальных режимах приводит к излишним затратам электроэнергии, что делает транспортировку нефти по нефтепроводам значительно дороже.

Целью данной работы является получение оценки оптимальности технологических режимов работы магистрального нефтепровода.

Задачами, решаемыми в работе, являются:

- выбор условия оптимизации;
- определение поверхности оптимальных технологических режимов;
- сравнение технологических режимов с точки зрения оптимальности.

Оценка оптимальности технологического режима показывает насколько рассматриваемый технологический режим или комбинация режимов перекачки отличается от режима или комбинации режимов, дающих наилучший эффект в сравнимых условиях.

Оценка оптимальности производится с помощью следующих параметров: производительность, энергопотребление, стоимость перекачки. При этом также учитываются физические свойства нефти (плотность, вязкость), геометрические характеристики трубопроводов, технические характеристики и время работы насосного оборудования.

Наиболее важными параметрами для оценки оптимальности технологического режима являются энергопотребление и стоимость перекачки.

Для определения мощности, электроэнергии и удельных энергозатрат, требуемых для перекачки нефти, используются формулы, полученные на основе уравнения Бернулли для простого технологического участка. Применен закон трения, соответствующий области гидравлически гладких труб, наиболее часто применяемый в практике расчетов магистральных нефтепроводов. Учитываются также характеристики насосного оборудования и дополнительные затраты энергии на поддержание насосной станции в рабочем состоянии:

$$N = \sum_{l=1}^{n_l} \left(\frac{8 \cdot 0,3164}{\pi^{1,75} \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{\rho_y \cdot v_y^{0,25}}{\eta_y} \cdot \frac{L_y}{D_y^{4,75}} \cdot Q_y^{2,75} \right) + \sum_{ls=1}^{ns_l} (Ns_l), \quad (1)$$

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^{I_k} \left(\sum_{l=1}^{n_l} \left(\frac{8 \cdot 0,3164}{\pi^{1,75} \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{\rho_y \cdot v_y^{0,25}}{\eta_y} \cdot \frac{L_y}{D_y^{4,75}} \cdot Q_y^{2,75} \cdot \tau_i + \sum_{ls=1}^{ns_l} (Ns_l \cdot \tau_i) \right) \right), \quad (2)$$

$$U_y = \frac{\mathcal{E}}{\Gamma_y} = \frac{\mathcal{E}}{\rho_y \cdot Q_y \cdot L_y}, \quad (3)$$

I_k - технологические режимы; n_l - насосные агрегаты; ns_l - потребители энергии на «собственные нужды»; Q_y - требуемая производительность насоса; ρ_y - плотность нефти; η_y - коэффициент полезного действия насосного агрегата; v_y - коэффициент

кинематической вязкости; D_y - диаметр трубопровода; τ_i - время работы режимом; L_y - длина участка; Γ_y - грузооборот.

После расчета параметров по данным формулам несложно построить точки технологических режимов. Кривая, соединяющая нижние точки определяет линию оптимальных режимов. Каждая точка содержит информацию о технологическом режиме (в данном случае это производительность и мощность).

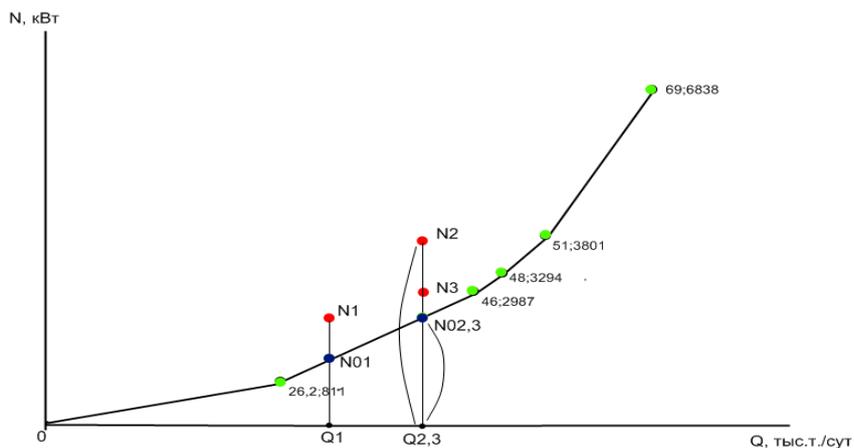


Рис.1. – Линия оптимальных технологических режимов.

Следует заметить, что задача многомерна по входящим в формулы (1) и (2) параметрам. Например, когда мы имеем различные данные по свойствам нефти для перекачки с заданной производительностью. Линия оптимальных режимов при этом превратится в поверхность оптимальных режимов.

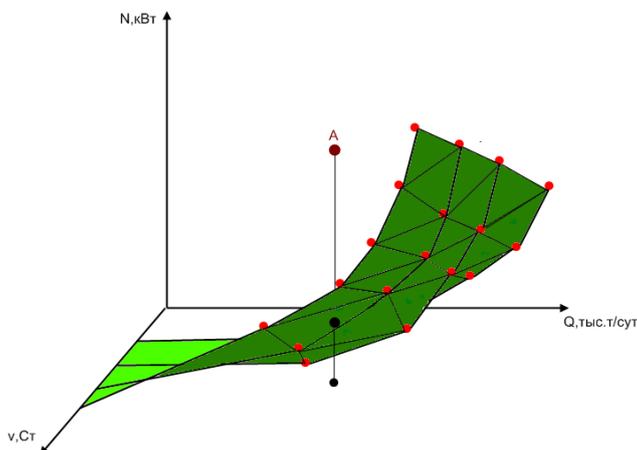


Рис.2. – Поверхность оптимальных режимов.

Аналогичные поверхности можно построить для потребляемой электроэнергии и стоимости перекачки за заданный период (сутки, месяц, год) и определить удельные энергетические и стоимостные показатели режимов или комбинации режимов за этот период.

Точка (А) над поверхностью оптимальных режимов, характеризует исследуемый режим по производительности, вязкости, энергопотреблению. Проекция этой точки на

поверхность оптимальных режимов определяет параметры соответствующего исследуемому режиму оптимального режима. Отношение мощности исследуемого режима к оптимальной мощности, определяемой поверхностью, определяется как коэффициент оптимальности технологического режима k :

$$k = \frac{z_0}{z} \cdot 100\% , \quad (4)$$

Энергопотребление не является единственным параметром для оценки оптимальности. Необходимо учесть экономическую составляющую. Для этого, результат, полученный в формуле (2), перемножается на тариф электроэнергии, при этом учитывается, какие именно тарифы применяются на каждой перекачивающей станции. После этого получают данные по стоимости каждого режима, строятся точки режимов и линия оптимальных технологических режимов с экономической точки зрения.

$$Cm = \sum_{i=1}^{I_k} \left\{ \sum_{l=1}^{n_i} \left[\left(\frac{8 \cdot 0,3164}{\pi^{1,75} \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{\rho_y \cdot v_y^{0,25}}{\eta_y} \cdot \frac{L_y}{D_y^{4,75}} \cdot Q_y^{2,75} \cdot \tau_i + \sum_{ls=1}^{ns_i} (Ns_i \cdot \tau_{si}) \right) \cdot T\epsilon_i \right] \right\} , \quad (5)$$

$$Uc_y = \frac{Cm}{\Gamma_y} = \frac{Cm}{\rho_y \cdot Q_y \cdot L_y} , \quad (6)$$

Если в качестве анализируемого параметра использовать энергозатраты на транспортировку за заданный период и стоимость перекачки исследуемым режимом или комбинацией режимов, то эффективность решения можно определить, применяя коэффициенты оптимальности по энергопотреблению и стоимости перекачки, подобные коэффициенту оптимальности технологического режима k (4).

$$k_{\epsilon} = \frac{\epsilon_0}{\epsilon} \cdot 100\% = \frac{U_0}{U} \cdot 100\% , \quad (7)$$

$$k_{Cm} = \frac{Cm_0}{Cmz} \cdot 100\% = \frac{Uc_0}{Uc} \cdot 100\% , \quad (8)$$

Анализируя вышеприведенные зависимости следует отметить, что оптимальное решение с точки зрения энергопотребления в силу большой разницы тарифов на энергию в различных регионах не обязательно будет оптимальным с точки зрения затрат на покупку энергии. Это хорошо видно на рис.3 и 4.

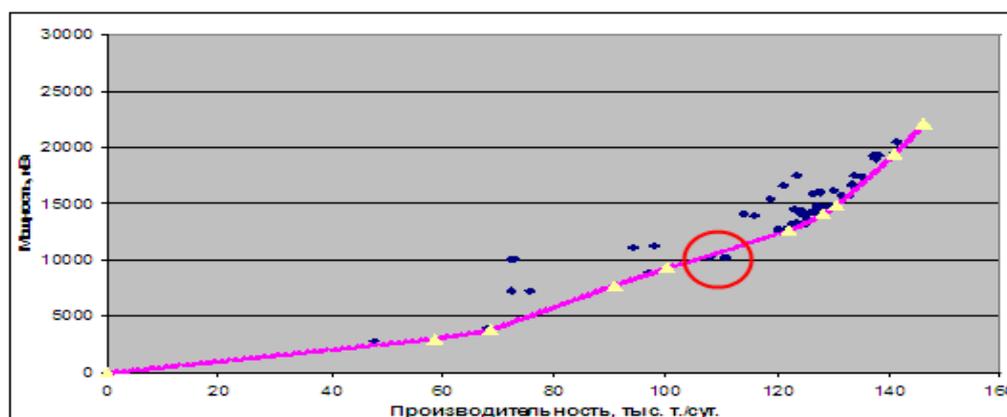


Рис.3.- Линия оптимальных режимов.

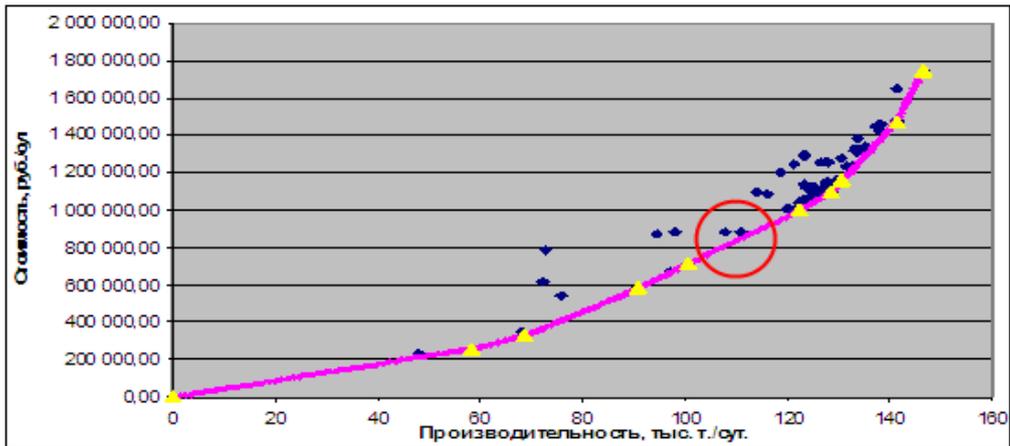


Рис.4.- Линия оптимальной стоимости перекачки.

Применение для оптимизации выбора технологических режимов коэффициентов оптимальности позволяет не только определить лучшую комбинацию режимов, выполнить оценку оптимальности, но и показывает скрытые резервы эффективности использования электроэнергии. С помощью коэффициентов оптимальности становится возможным более рационально планировать режимы работы магистрального нефтепровода.

Список используемой литературы:

Мызников М.О., Исакова Е.В., Куликов А.С. Сравнительный анализ удельных показателей транспортировки нефти на технологических участках // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2013 №4. С. 36-41