

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ НЕФТИ ПРИ ГОДОВОМ И МЕСЯЧНОМ ПЛАНИРОВАНИИ РЕЖИМОВ ПЕРЕКАЧКИ ПО МАГИСТРАЛЬНОМУ НЕФТЕПРОВОДУ

Паркина Д.С.

Научный руководитель канд. техн. наук Мызников М.О.

ОАО «Транссибнефть»

Омский государственный технический университет

Электроэнергия является одной из наиболее существенных составляющих эксплуатационных затрат нефтеперекачивающей организации. В связи с этим, большое значение приобретает правильное планирование расхода электроэнергии. В основе планирования расхода электроэнергии на работу насосных агрегатов используются плановые режимы. В число исходных данных для расчетов расхода электроэнергии в трубопроводном транспорте нефти на планируемый период для технологического участка магистрального нефтепровода входят плотность и вязкость нефти, которые определяются в соответствии с регламентами ОАО «АК «Транснефть». При этом, для расчетов режимов работы на год значений вязкости и плотности нефти на каждый месяц планируемого года принимаются среднемесячные значения вязкости и плотности за год, предшествующий году планирования.

Такой метод имеет большую погрешность, возникающую из-за различия свойств партий нефти перекачиваемой в том или ином месяце в прошлом и текущем году. В то же время имеет место характерное сезонное изменение свойств нефти, связанное с изменением температуры окружающей среды. Более точным приближением будет прогноз, в основе которого лежит не факт прошлого года, а свойства предполагаемой к перекачке нефти с учетом сезонного изменения температуры.

Целью исследования является определение основных закономерностей сезонного изменения свойств нефти и получение рабочих формул изменения свойств нефти для повышения точности годового и месячного планирования режимов перекачки нефти.

Для решения поставленной задачи было рассмотрено изменение физических свойств нефти (кинематического коэффициента вязкости и плотности) в период 2007-2013 годы на технологических участках ОАО «Транссибнефть» (рис. 1, 2).

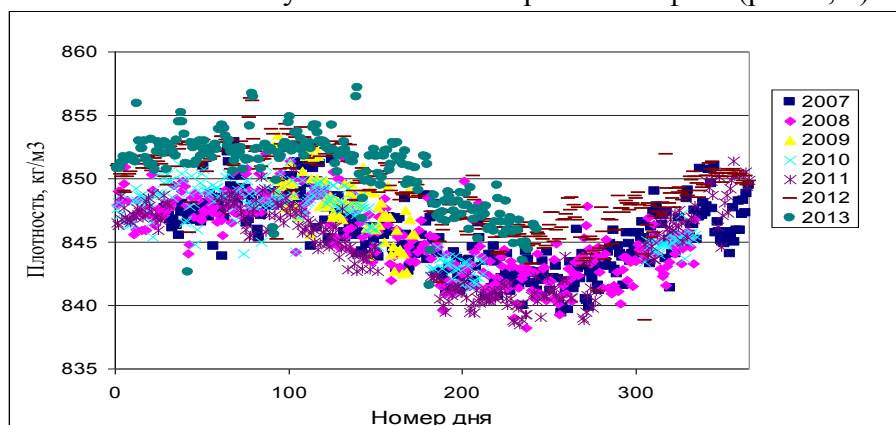


Рис. 1 - Фактические значения плотности за период 2007-2013

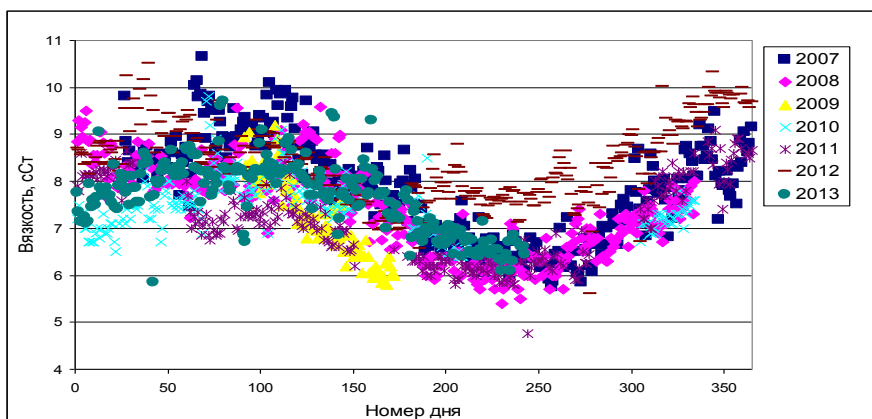


Рис. 2 - Фактические значения вязкости за период 2007-2013

Анализ данных показал ярко выраженную годовую цикличность изменения вязкости и плотности, вызванную изменением температуры перекачиваемой нефти, при этом диапазон изменения значений вязкости доходит до 50 %; плотности - до 2%.

Если сравнивать графики изменения среднесуточных значений вязкости и плотности перекачиваемой нефти на технологическом участке в течение года с графиками среднесуточного изменения температур (рис.3) в районе прохождения нефтепровода, заметно отставание на 30-40 дней изменений вязкости и плотности от изменения среднесуточных температур окружающей среды, связанное с инерционностью теплообменных процессов.

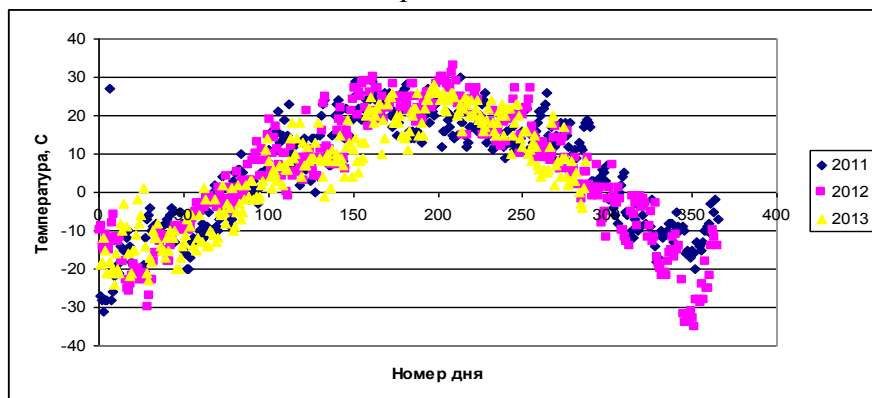


Рис. 3 - Изменение среднесуточной температуры окружающей среды 2011-2013 г

Вследствие этого самая низкая температура нефти, а значит и самое высокое значение вязкости и плотности, наблюдается в конце марта - начале апреля, а самая высокая температура нефти и, следовательно, самые малые значения вязкости и плотности - в сентябре.

Анализ обширного статистического материала, позволил получить простую обобщенную инженерную формулу, позволяющую рассчитывать свойства нефти (вязкость, плотность) на любой день планируемого года для заданного технологического участка нефтепровода с учетом ожидаемого среднесуточного изменения температуры окружающей среды в году для региона прохождения нефтепровода:

$$y = A \cdot \sin \left( 2\pi \cdot \frac{x+C}{365} \right) + B, \quad (1)$$

Где  $x$  – порядковый номер дня в году начиная с 1 января (от 1 до 365),

$A$  – амплитуда годового изменения вязкости (плотности), определяется как разница среднемесячных значений вязкости (плотности) месяца с самой теплой и самой холодной нефтью;

В – значение вязкости (плотности) планируемой к перекачке нефти при среднегодовой температуре, определяется сортом нефти и данными лабораторных измерений для этого сорта нефти

С – величина инерционности тепловых процессов, определяемая из условий прокладки нефтепровода и особенностей региона по результатам наблюдений предыдущих лет (характеризует количество дней, на которое «отстает» изменение свойств нефти от изменения температуры окружающей среды).

Значения коэффициентов А, С для каждого технологического участка подбираются для вязкости и для плотности на основе данных предшествующих лет, коэффициент В определяется свойствами предполагаемой к перекачке нефти. Например, для одного из технологических участков ОАО «Транссибнефть» формула будет выглядеть следующим образом:

$$y_{\text{вязкость}} = 1,55 \cdot \sin \left( 2\pi \cdot \frac{x+32}{365} \right) + 7,6; \quad y_{\text{плотность}} = 5,66 \cdot \sin \left( 2\pi \cdot \frac{x+32}{365} \right) + 849,1$$

При статистической обработке данных для выделения партий нефти с отличными свойствами получены корреляционные зависимости вязкости от плотности, позволяющие при обработке данных относить данные к разным по свойствам партиям нефти и корректировать расчетные формулы

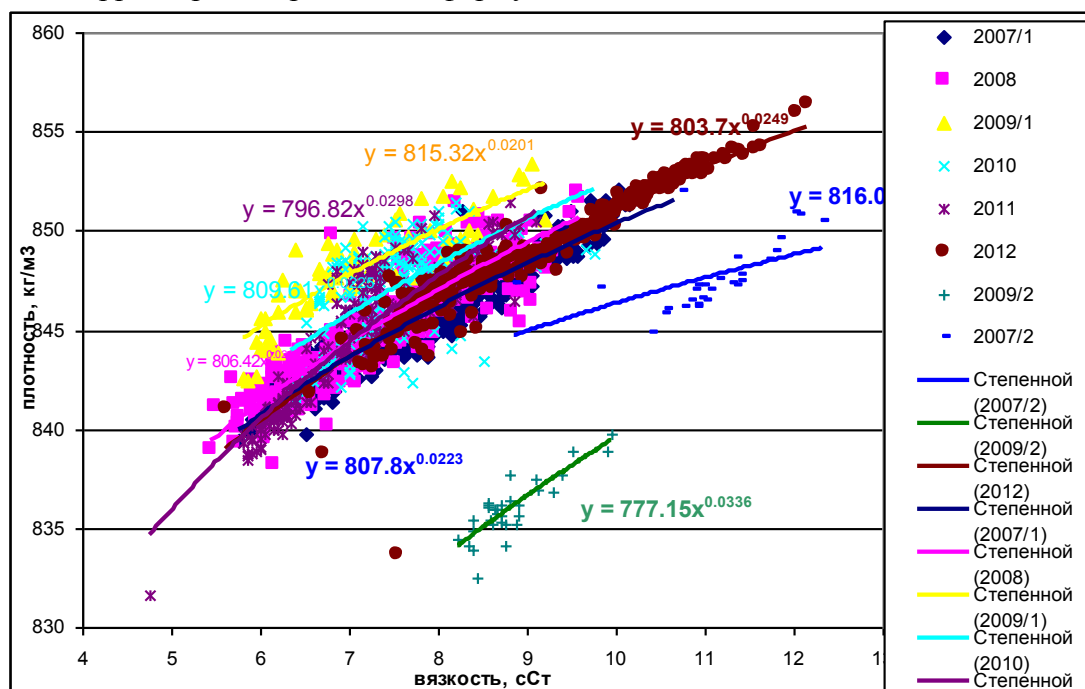


Рис. 4 – Корреляционная зависимость вязкости от плотности

При анализе корреляционных зависимостей вязкости от плотности (рисунок 4) определены следующие особенности:

- плотность и вязкость в значительной мере зависят от качества поставляемой нефти, их величины могут существенно меняться со сменой партии нефти;
- на отдельных участках качество нефти может оставаться относительно стабильным в течение нескольких лет, что позволяет делать достаточно точный прогноз свойств нефти.

Для проверки эффективности формул проведено сравнение точности прогноза максимальной пропускной способности, потребляемой мощности и затрат на электроэнергию полученного на основе методик регламентов и рассчитанных на основе формулы (1) фактических значений вязкости и плотности (рис. 5-9).

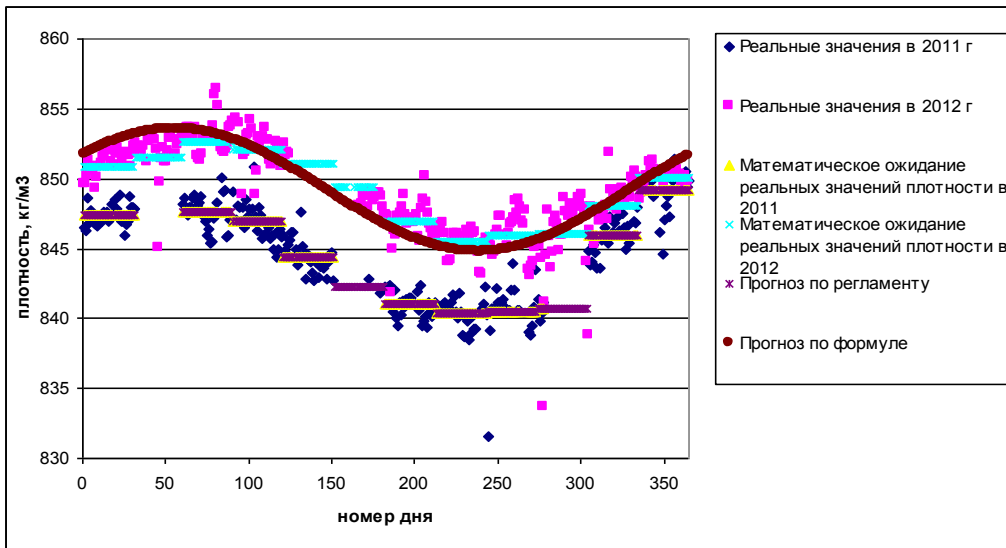


Рис. 5 – изменение плотности: фактическое, по регламенту, по прогнозу.

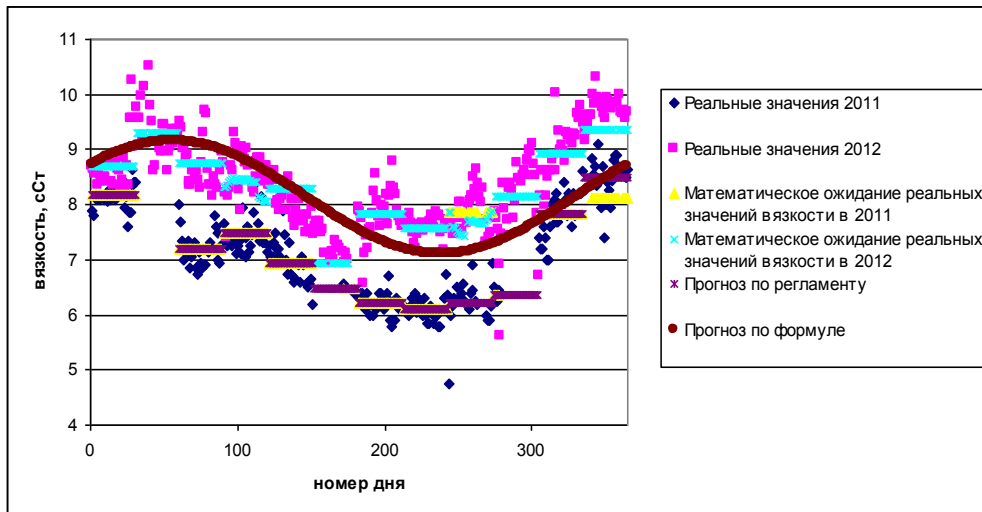


Рис. 6 – изменение вязкости: фактическое, по регламенту, по прогнозу.

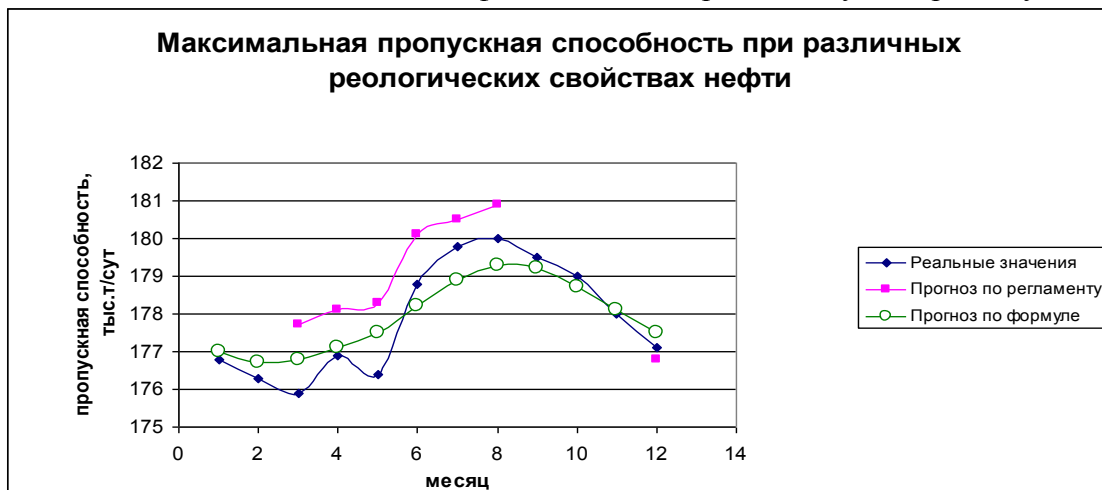


Рис. 7 - максимальная пропускная способность для рассматриваемого технологического участка

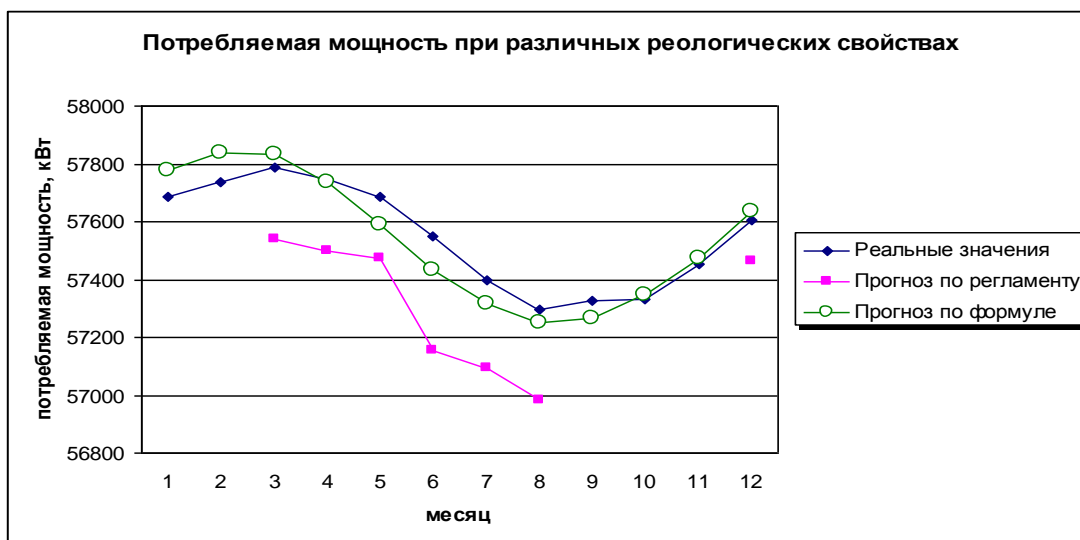


Рис. 8 – потребляемая мощность на рассматриваемом технологическом участке

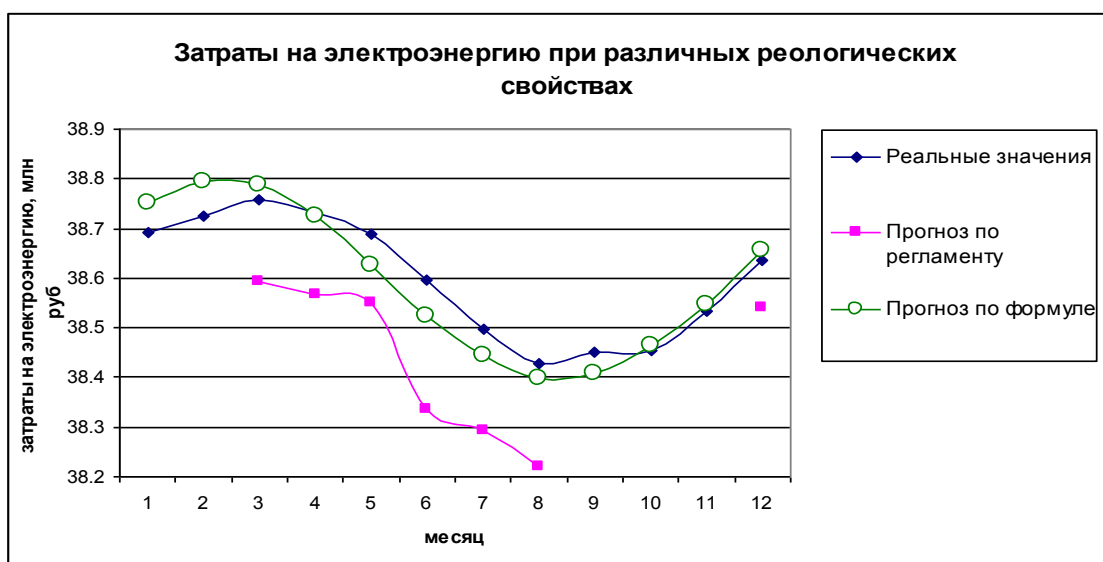


Рис. 9 – затраты на электроэнергию на рассматриваемом технологическом участке

В результате проведения исследования получены формулы, характеризующие изменение плотности и вязкости в течение года на технологическом участке магистрального нефтепровода. Они дают возможность более точно прогнозировать свойства нефти на любой день планируемого года и рассчитывать оптимальный график технологических режимов на год. Это позволяет более точно определить пропускные способности нефтепровода и спланировать его загрузку. При несоответствии заявленных показателей потребления электроэнергии с фактическими значениями энергосбытовая компания вправе налагать штрафы на организацию потребитель. За счет более точного планирования электроэнергии возможно добиться предотвращения штрафов за перерасход или недорасход электроэнергии и мощности, вследствие чего экономический эффект от использования результатов исследования может составлять до 2 млн. руб. в год на технологическом участке.