

ТҮЙІН

Әдебиеттер көздеріне шолу негізінде қабаттың мұнай бергіштігін арттыру мақсатында парафин шөгінділерімен күресу тәсілінің тиімді әдісін таңдау және талдау жасалған. Жылулық әдістермен парафин шөгінділерімен күресу көмірсутекті шикізаттарды өндіру дәрежесін арттыруға мүмкіндік береді.

RESUME

In this section according to the literature sources made analysis and choice of optimized method of engineering for improvement oil recovery. Deparaffinization allows to intensify the current production of hydrocarbon and increases extraction extent of hydrocarbons.

УДК 622.323

Б.А. Билашев, кандидат технических наук, доцент

Ж.Т. Кенжегалиева, магистрант

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
г. Уральск

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОДОГРЕВА ВЫСОКОВЯЗКОЙ И ВЫСОКОЗАСТЫВАЮЩЕЙ НЕФТИ ПРИ ПЕРЕКАЧКЕ ПО ТРУБОПРОВОДУ

Аннотация

В статье рассматриваются выбор рациональной температуры подогрева высоковязкой и высокозастывающей нефти перекачки по трубопроводу. Анализ показывает, что смещение теплового потока имеет местом разницы температур между верхней и нижней образующей трубы.

Ключевые слова: нефть, высокопарафинистая нефть, аномальная нефть, ньютоновская вязкость, реологические свойства, турбулентный режим, структурный режим, нефтепровод, печь подогрева

В настоящее время наметилась тенденция увеличения доли добываемой высоковязкой нефти. В связи с этим возникают проблемы, связанные с неизбежным ростом гидравлического сопротивления магистральных нефтепроводов по которым перекачиваются высоковязкие нефти. Поднимаясь на поверхность, нефть остывает и переходит в состоянии жидкости со сложными реологическими свойствам. При этом происходит оседание парафинов и смол на поверхностях нефтедобывающего и транспортирующего оборудования, что резко ухудшает их производительность. На территории Республики Казахстан действуют несколько магистральных неизотермических трубопроводов, перекачивающих высокопарафинисты енефти. На данных нефтепроводах применяются различные технологии перекачки высоковязких, высокозастывающих нефтей. На нефтепроводе Каламкас-Каражанбас-Актау, Узень - Атырау - Самара используются печи для нагрева нефти.

В зимнее время, особенно в периоды резкого похолодания, температура нефти в трубопроводе снижается. Если гидравлическое сопротивление трубопровода значительно возрастает и превышает возможности насосного оборудования, то перекачку останавливают. В таком режиме эксплуатируется нефтепровод Кумколь-Каракоин, перекачка нефти по которому на 2-3 месяца прекращается, несмотря на

добавление депрессорных присадок, улучшающих транспортабельные свойства перекачиваемой нефти.

Большинство аномальных нефтей подчиняются закону Бингама. При транспортировке такой нефти могут иметь место два режима течения - турбулентный в начале трубопровода и структурный в конце [2].

Происходит это из-за снижения температуры перекачиваемой нефти и, как следствие, экспоненциального роста коэффициента динамической вязкости.

При движении нефти по «горячему» трубопроводу по мере остывания нефти имеет место обратный процесс - режим течения с ньютоновской вязкостью и разрушенной структурой сменяется режимом с устойчивой структурой [1]. Нефть остывает за счет теплообмена с окружающей средой, пока движется по трубопроводу.

Как видно из рисунка 1, характер течения меняется и графики $u(r)$ становятся нелинейными, а при определенных значениях r и u снова выходят на линейные участки, продолжение которых совпадает с началом координат, т.е. реологические кривые приобретают S-образный характер с выходом на режим течения с ньютоновской вязкостью предельно разрушенной структуры.

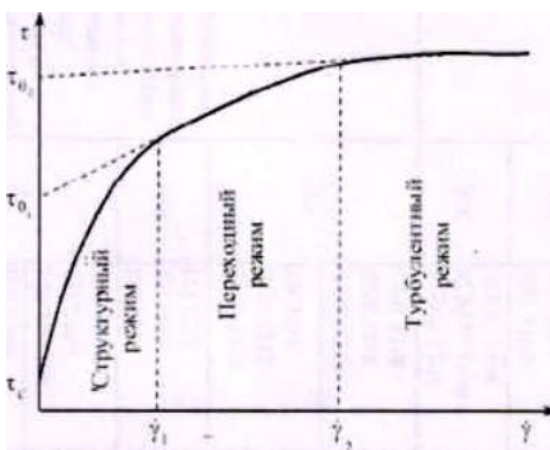


Рисунок 1. Реологическая кривая перекачиваемой нефти

В структурном режиме эпюры движения жидкости выравниваются в линию на некотором отдалении от центра потока, образуя ядро потока (рисунок 2)



Рисунок 2. Эпюры скоростей и касательных напряжений по сечению потока вязкопластичной нефти для турбулентного и структурного режимов.

Возникновение структурного режима приводит к образованию ядра потока, частицы которого движутся с одинаковой скоростью, и кольцевого слоя, движущегося

между стенкой трубы и ядром. Общий расход в таком случае будет выражаться как сумма расхода ядра потока и кольцевого слоя [3]:

$$Q=Q_0-Q_1=\int_0^{r_0} 2\pi r u_0 dr + \int_{r_0}^R 2\pi r u dr \quad (1)$$

где Q_0 - расход ядра потока; Q_1 - расход кольцевого слоя; r_0 , u_0 - радиус и скорость ядра потока соответственно.

Проинтегрировав, приведем слагаемые и получим уравнение Букингама:

$$Q=\left[\frac{\pi\Delta P}{4\mu l}(R^2-r_0^2)r_0^2-\frac{\pi\tau_0}{\mu}(R-r_0)r_0\right]+\left[\frac{\pi\Delta P}{8\mu l}(R^4-r_0^4)+\frac{1}{3}\frac{\pi\tau_0 r_0^2}{\mu}\right]=\frac{\pi R^4}{8\mu l}\left[\Delta P-\frac{4}{3}\left(\frac{2\tau_0 l}{R}\right)+\frac{r_0^4}{R^4}\left(\frac{4}{3}\frac{2\tau_0 l}{R}\frac{R}{r_0}-\Delta P\right)\right] \quad (2)$$

Обозначив $\frac{2\tau_0 l}{R}=\Delta P_0$ и с учетом зависимости $\pi r_0^2 \Delta P=2\pi r_0 l \tau_0$, получим

$$\frac{r_0}{R}=\frac{\Delta P_0}{\Delta P} \quad (3)$$

Таким образом, коэффициент гидравлического сопротивления можно записать как

$$\lambda=f\left(\frac{И\varphi(И)}{Re}\right) \quad (4)$$

где, $И$ – параметр Ильюшина $И=\frac{\tau_0 d}{w_{cp}\mu}$

Уравнение Букингама в укороченной форме своим физическим смыслом сводит к минимуму учет влияния ядра потока на движение нефти, тем самым принимая наличие градиента скорости по всему сечению потока.

С увеличением относительного размера ядра погрешность такого решения резко возрастает. Так, например, при распространении решений уравнения Букингама без третьего члена при отношении $r_0/R=\bar{r}_0=0,5$ погрешность составляет порядка 6 %, но уже при $\bar{r}_0=0,6$ погрешность составит 17.8 %. а при $\bar{r}_0>0,75$ данное решение лишается физического смысла и не может быть использовано для инженерных расчетов.

Приравняем уравнение Букингама без третьего члена и формулу Дарси - Вейсбаха:

$$\lambda\frac{l}{2g}\frac{w_{cp}^2}{d}=\frac{32w_{cp}\mu l}{d^2pg}+\frac{16}{3}\frac{\tau_0}{dpg} \quad (5)$$

Следовательно :

$$\lambda=\frac{64\mu}{d\rho w_{cp}}\left(1+\frac{\tau_0 d}{6w_{cp}\mu}\right)=\frac{64}{Re^*} \quad (6)$$

где Re^* - приведенный критерий Рейнольдса,

$$Re^*=\frac{Re}{1+\frac{\tau_0 d}{6w_{cp}\mu}} \quad (7)$$

Уравнения (6) и (7) являются расчетными формулами, широко используемыми в практике инженерных расчетов. Стоит учитывать, что они получены из уравнения Букингама с допущением о малой значимости третьего члена, вследствие чего считаются приближенными, а приведенный критерий Рейнольдса Re^* не является критерием подобия. Впервые коэффициент гидравлического сопротивления в виде $\lambda=\lambda(Re^*)$ предложили записывать исследователи Колдуэлл и Бэббит. В своем исследовании они предлагают формулу для определения обобщенного параметра Рейнольдса в следующем виде:

$$Re^* = \frac{0.855Re}{1 + \frac{\tau_0 d}{8w_{cp}\mu}} \quad (8)$$

Учитывая критерий Ильюшина, зависимости (7) и (8) можно обобщить следующим образом:

$$Re^* = \frac{Re}{1 + \frac{H}{N}} \quad (9)$$

где N - параметр зависящий от типа нефти, величина которого определяется экспериментально. В формуле (7) он равняется шести, а в формуле (8) - восьми.

С учетом выражения (9) зависимость для расчета коэффициента гидравлического сопротивления при перекачке вязкопластичной жидкости в структурном режиме запишем

$$\lambda = \frac{64\mu}{dpw_{cp}} \left(1 + \frac{\tau_0 d}{Nw_{cp}\mu} \right) = \frac{64}{Re} \left(1 + \frac{H}{N} \right) \quad (10)$$

Уравнение (10) доказывает, что коэффициент гидравлического сопротивления для вязкопластичной жидкости определяется функциями взаимонезависимых переменных с учетом числа Хедстрема

$$He = ReI = \frac{\tau_0 d^2 p}{\mu}$$

Для вязкопластичной жидкости необходимо учитывать критерий Ильюшина, который отражает соотношение сил пластичности и сил вязкости, и обобщенный параметр Рейнольдса Re^* , характеризующий соотношение инерционных сил к силам вязкого трения при движении неньютоновской жидкости.

Как видно из приведенных уравнений, движение вязкопластичной жидкости в структурном режиме не поддается аналитическому решению и требует поиска эмпирических формул для гидравлических расчетов. Для определения критерия Ильюшина необходимо выполнить исследования реологических характеристик перекачиваемой высоковязкой и высокозастывающей нефти, что позволит определить закон изменения реологических характеристик в зависимости от температуры и режима движения.

Единственным на территории Казахстана и стран СНГ и крупнейшим в мире «горячим» нефтепроводом, перекачивающим высоковязкую и высокозастывающую нефть, является действующий нефтепровод Узень - Атырау - Самара. «Горячая перекачка» является наиболее распространенным и изученным способ по ряду причин: наиболее простая и отработанная технология. У данного способа также есть свои недостатки. Одним из главных является высокая энергоемкость. Это связано с тем, что в качестве топлива при подогреве используется сама же транспортируемая жидкость – химическое сырье и топливо (нефть, мазут). Станции подогрева на нефтепроводе Узень - Атырау – Самара оборудованы печами Г9ПО2В и ПТБ-10.

Температура застывания перекачиваемой нефти в среднем составляет $9,7^\circ\text{C}$, при максимальной температуре окружающего грунта в теплое время года 12°C . Для предотвращения застывания необходима установка дополнительных пунктов подогрева через каждые 25-100 км. Дополнительно, тепловой поток распределяется неравномерно по глубине грунта, что влияет на профиль теплового потока перекачиваемой нефти. Это, в свою очередь, не позволяет использовать расчетные формулы, основанные на предположении зеркального распределения теплового потока по горизонтали.

Анализ показывает, что смещение теплового потока имеет место разницей температур между верхней и нижней образующей трубы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коршак А.А. Специальные методы перекачки. -Уфа: «Дизаин-ПолиграфСервис», 2001. -208 с.
2. Тугунов П.П. Нестационарные режимы перекачки нефтей и нефтепродуктов. -М.: Недра, 1984. -224 с.
3. Белозерцев В.Н, Беляева Е.В, Бирюк В.В. Основы механики жидкости. – Самара, издательство СГАУ, 2006. – 324с.

ТҮЙІН

Мақала газ құбыры арқылы тұтқырлығы жоғары және жоғары салқындатқыш мұнайдың жылуына арналған ұтымды температураны таңдауды қарастырады. Талдау көрсеткендей, жылу ағынының жылжуы құбырдың жоғарғы және төменгі генераторлары арасындағы температуралық айырмашылық орын алады.

RESUME

The article considers the choice of a rational temperature for the heating of high-viscosity and high-cooling oil through the pipeline. The analysis shows that the displacement of the heat flux has a place of temperature difference between the upper and lower generatrix of the pipe.

УДК 622.276.4

А.А. Рахимов, кандидат технических наук, доцент

Н.Р. Галимат, магистрант

Е.Т. Сүйеншев, студент

М.Ж. Суюнш, студент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
г. Уральск

ТЕПЛОВЫЕ МЕТОДЫ ПРИ СБОРЕ И ПОДГОТОВКЕ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос предварительного обезвоживания нефти в установке с применением тепловых насосов для систем теплоснабжения. По результатам анализа показаны преимущества и недостатки данных устройств.

Ключевые слова: скважинная продукция, нефть, газ, вода, продукты разделения.теплоснабжение, насос тепловой, теплообменник, хладагент, испаритель

В настоящее время перед РК, как и перед всем миром, остро стоят две взаимосвязанные проблемы: экономия топливно-энергетических ресурсов и уменьшение загрязнения окружающей среды. В условиях истощения запасов органического топлива и резкого повышения затрат на освоение новых месторождений становится все более нерациональным сжигание угля, газа и нефтепродуктов в миллионах маломощных котельных и индивидуальных топочных агрегатах, вызывающее большое количество вредных выбросов в атмосферу и существенное ухудшение экологической обстановки в городах и мире.

Одним из эффективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов является использование экологически чистых нетрадиционных возобновляемых