

МЕТОДЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ С АНОМАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ондиги Мессе Э., Балла Мессе М.Л., Т.В. Чекушина

Российский университет дружбы народов, Российская инженерная академия, г. Москва, Россия

Аннотация: Нефть является основным источником потребляемой энергии на сегодняшний день, обслуживая более 30 % мирового спроса на энергию. Ее транспортировка является важной проблемой в поставках, как на национальном, так и на международном уровне. В статье приведены результаты исследований методов транспортировки нефти с аномальными свойствами. Установлено, что наибольшую эффективность имеет метод с использованием присадок. Показана эффективность данного метода на примере нефти из республики Казахстан. Выявлено, что совмещение «горячей» перекачки с добавлением присадок дает наилучший результат. Результаты исследований могут быть полезными при решении задач нефтетранспортировки для месторождений с повышенной вязкостью.

Ключевые слова: нефть, высокая вязкость, аномальные свойства, температура застывания, присадки, разбавители, горячая перекачка.

METHODS OF OIL TRANSPORTATION WITH ABNORMAL PROPERTIES

Ondigui Messi E., Balla Messi M.L., T.V. Chekushina

Russian University of Friendship People, Engineering Academy, Moscow, Russia

Abstract: Oil is the main source of energy consumption today, serving over 30% of the world's energy demand. Its transportation is an important problem in supply, both nationally and internationally. The aim of the work is to study methods for transporting oil with anomalous properties, such as low fluidity and high paraffin content. The effectiveness of the additive method is shown on the example of oil from the Republic of Kazakhstan. It is revealed that the combination of «hot» pumping with the addition of additives gives the best result. The results of the research can be useful in solving oil transportation problems for fields with high viscosity.

Keywords: high viscosity oil, abnormal properties, pour point, additives, thinners, hot pumping.

Тяжелые масла, как правило, обладают высокой вязкостью. Чрезмерные перепады давления, вызванные высокой вязкостью, препятствуют развитию трубопроводов для тяжелой нефти [1]. Такие же проблемы существуют и в других частях мира, и эти трудности можно преодолеть. Тяжелая нефть транспортируется по трубопроводам в Калифорнии с начала века. Некоторое количество чрезвычайно вязкой нефти транспортируется по трубопроводным системам в Венесуэле и Индонезии. Трудности в Канаде усугубляются климатом и тем фактом, что добыча тяжелой нефти часто происходит из низкопроизводительных скважин в небольших, широко разбросанных бассейнах. Таким образом, трудности носят скорее экономический, чем технический характер. Во многих случаях транспортировка тяжелой нефти по трубопроводу может быть более экономичной, чем автомобильным или железнодорожным транспортом, но не следует ожидать, что будут применяться обычные «эмпирические правила» в отношении затрат на транспортировку по трубопроводу [2].

Основная проблема заключается в вязкости нефти. Отметим основные положения:

✧ Вязкость обычно увеличивается по мере уменьшения силы тяжести.

✧ В диапазоне температур потока, которые можно ожидать в трубопроводе, небольшие различия в температуре оказывают существенное влияние на вязкость.

К счастью, многие из этих тяжелых масел не снижают вдвое очень высокую температуру застывания. Как правило, они не являются тиксотропными, то есть при их накачке не образуется начального «геля», и сила сдвига, необходимая для их перемещения, пропорциональна скорости сдвига. Таким образом, градиенты давления могут быть рассчитаны с помощью обычных уравнений расхода.

Высокая вязкость оказывает влияние на конструкцию трубопровода, а именно:

1. При наиболее экономичном размере трубы поток, как правило, будет ламинарным, а не турбулентным. В области ламинарного потока падение давления при заданной скорости прокачки прямо пропорционально вязкости.

2. Будут наблюдаться значительные перепады давления на единицу расстояния, что приведет к довольно близкому расстоянию между насосными станциями.

3. Вязкость масла слишком высока, чтобы центробежные насосы могли обеспечить какую-либо разумную эффективность, требуются объемные насосы.

4. Сезонные колебания температуры грунта оказывают заметное влияние на пропускную способность трубопровода. Если используются объемные насосы, нужен какой-то метод регулировки скорости перекачки.

В нормальных условиях очень сложно перекачивать в резервуары и транспортировать нефтепродукты с высоким содержанием парафина и вязкостью. Компания «Депран» в 1998 году приняла технические решения с присадкой ДМН-2005 и успешно внедрила применение технических очистителей [3]. В настоящее время наблюдается так называемое «аномальное» увеличение добычи высоковязких и высокопарафинистых нефтей с аномальными реологическими свойствами.

Нефть, имеющая вязкость более 2 Ст с температурой застывания более 0°C, называется высоковязкой. Из-за вязкости и высокой температуры потока, а также реологических особенностей транспортировка нефти по трубопроводу затруднена [4]. Это связано с тем, что чем ниже температура, тем больше ациклических алканов (парафинов) в углеводородах образуют кристаллические структуры, которые препятствуют его потоку.

Это свойство тесно связано с вязкостью. Таким образом, чем ниже содержание парафина, тем более характерной будет температура потока углеводородов. Перекачка этих углеводородов по изотермическим нефтепроводам особенно невозможна или создает технологические трудности. Поэтому для их транспортировки используются специфические способы перекачки [5, 6].

Проектировщику трубопроводов для тяжелой нефти рекомендуется тщательно рассмотреть все альтернативы и провести детальные исследования, прежде чем принимать решение о методе, который он будет использовать.

Цель работы заключается в исследовании методов транспортировки нефти с аномальными свойствами, такими как низкая текучесть и высокое содержание парафина.

Методы исследований

Перекачка с разбавителями

Смешивание вязкой нефти с разбавителем для снижения ее вязкости, вероятно, является простейшим методом транспортировки по трубопроводу. Если используется легкий разбавитель, такой как природный бензин, даже небольшие процентные содержания значительно снижают вязкость. Хотя существуют методы оценки вязкости смеси на основе знания вязкости компонентов, лабораторные испытания фактических смесей, подлежащих транспортировке, могут дать более достоверную информацию.

Известно, что добавление воды в трубопроводы с вязкой нефтью уменьшает перепады давления, и исследования по этому вопросу были проведены несколькими учеными [7, 8]. Однако этот метод может иметь определенные эксплуатационные трудности.

Однако существуют некоторые моменты, которые следует учитывать:

1. Практически вся опубликованная информация основана на лабораторных испытаниях трубопроводов малого диаметра или на теории.

2. Важно следить за тем, чтобы жидкости оставались не смешивающимися. Иногда перекачивать эмульсии сложнее, чем чистую вязкую нефть.

3. Температура грунта не должна опускаться ниже нуля при нормальной глубине покрытия трубопровода.

4. Существуют механические проблемы с разделением и повторным впрыском воды, если требуется повторная перекачка по трубопроводу.

Другим полезным способом уменьшения градиента давления в трубопроводе для тяжелой нефти является снижение вязкости путем смешивания тяжелой нефти с менее вязким материалом. Приблизительное представление можно получить, используя стандартные диаграммы температуры вязкости.

Горячая перекачка

Различные схемы использовались или предлагались для уменьшения чрезмерного энергопотребления, требуемого для перекачки высоковязкой нефти. Одним из самых ранних было применение тепла [9].

Сырую нефть можно нагревать для снижения вязкости. Этот метод хорошо известен, и профили температуры вдоль трубопровода с горячей нефтью могут быть рассчитаны с помощью уравнения теплопроводности. Однако существует некоторая трудность в точном прогнозировании скоростей теплопередачи из-за неизвестных значений температуры грунта и электропроводности.

Известно [10], что вязкость очень быстро увеличивается с понижением температуры. Для чистой сырой нефти изменение средней температуры текучести с 4°C до 15°C снижает вязкость почти в 3 раза. Уравнение для ламинарного течения гласит, что значение градиента давления в четвертой степени от диаметра. Таким образом, градиент давления уменьшается за счет повышения средней температуры потока. Это значит, что пропускная способность трубопровода весьма чувствительна к диаметру трубы.

Основная потеря тепла от текущих сред в заглубленном трубопроводе происходит за счет теплопроводности через стенку трубы в окружающую почву и в атмосферу. Следует отметить, что расстояние, которое нефть преодолеет при заданном перепаде температуры, зависит от скорости потока. Общий коэффициент теплопередачи зависит от типа грунта и содержания в нем влаги, и обе эти характеристики могут варьироваться в зависимости от длины трубопровода. Охлаждение нефти вдоль направления потока и последующее увеличение ее вязкости приводят к получению гидравлического профиля, который не является прямой линией. Оценки профилей температуры и давления вдоль трубопровода производится с использованием компьютера. Как правило, необходимо разделить линию на короткие отрезки от 1 до 3 км и рассчитать эти отрезки отдельно, используя средние условия.

Нагревание нефти в головном пункте трубопровода и её перекачка являются наиболее распространенным методом транспортировки нефти с аномальными свойствами [11]. Этот процесс называется горячей перекачкой. Технологическая схема представлена на *рис. 1*.

Нефть с месторождения по местному трубопроводу на головную нефтеперекачивающую станцию поступает в резервуарный парк. Температура нефти в каждом резервуаре поддерживается устройством подогрева, что обеспечивает сохранность ее текучести для последующей откачки нефти подпорными насосами из резервуаров через дополнительные подогреватели.

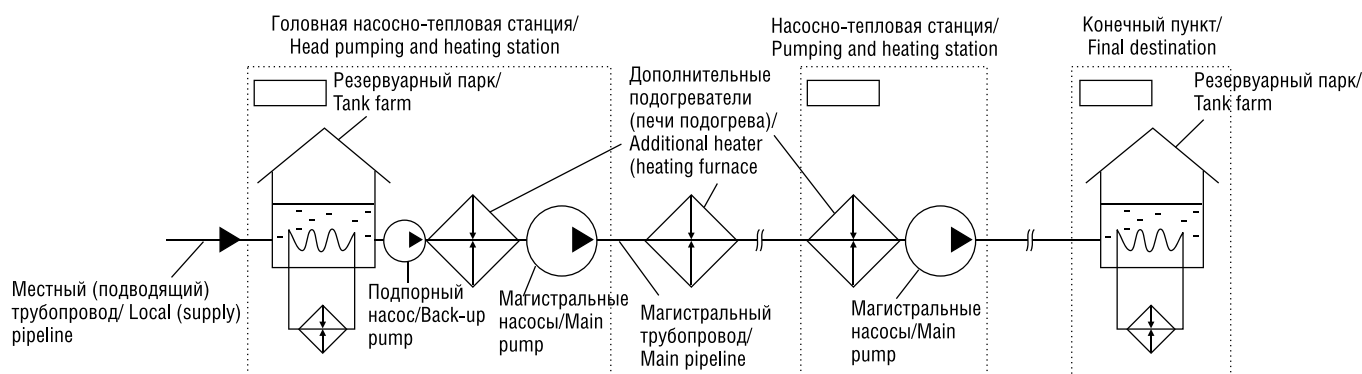


Рис. 1. Технологическая схема горячей перекачки нефти /

Fig. 1. Technological scheme of hot oil pumping.

Как правило, для резервуара используется паровые нагреватели змеевикового или поперечного сечения, которые устанавливаются до или после насоса. Вся перекачиваемая нефть может проходить через нагреватели и повышать его температуру. Иногда только часть нефти перекачивается через нагреватель, нагревается до температуры выше расчетной, смешивается с холодным потоком на выходе из станции, что приводит к заданной температуре нагрева. После этого, нефть поступает через дополнительные подогреватели, на линию всасывания магистральных насосов и подается магистральный нефтепровод. По мере движения в магистральном нефтепроводе за счет теплообмена с грунтом (в случае подземной прокладки нефтепровода) нефть остывает. Далее цикл повторяется. При транспортировке на большое расстояние используются магистральные насосные станции, где нефть закачивается в резервуарный парк конечного пункта (нефтебаза, нефтеперерабатывающий завод).

Транспортировка нефти по горячим трубопроводам осуществляется с помощью стандартных основных центробежных насосов. Температура нагнетаемого потока достаточно высока, поэтому вязкость нефти в этих нефтепроводах низкая. Нефть подогревают в радиантно-конвекционных печах, максимальное КПД которых может достигать до 77%.

Перекачка нефти с депрессорными присадками

Депрессорные присадки визуально представляют собой парафинообразную массу, состоящую из полимерных поверхностно-активных веществ (ПАВ), приобретающую подвижность при 50–60 °С. Использование депрессивных добавок является одним из многообещающих способов транспортировки высоковязких и высокоочищенных нефтей [12, 13]. Для этого, добавление продуктов, богатых асфальто-смолистыми веществами, к нефти с высокой вязкостью является одним из самых дешевых и простых способов улучшения реологических свойств нефти. Смолистые вещества, содержащиеся в нефти, являются типичным природным депрессантом.

Полимерные присадки необходимо вводить в нефть при температуре плавления парафина 60–70 °С. На эффективность добавки влияют такие параметры процесса, как сила смешивания и скорость охлаждения нефти. Действие присадки не влияет на процесс охлаждения нефти и данный процесс, связан с эффектом термической обработки [14].

Применение депрессорных присадок имеет следующие преимущества:

- ✦ снижение пусковых давлений повышает эксплуатационную надежность нефтепровода;
- ✦ позволяет увеличить пропускную способность трубопровода без необходимости капитального реконструкции;
- ✦ снижается загрязнение внутренней поверхности стенок трубопровода асфальто-смолопарафиновыми отложениями (АСПО);
- ✦ присадка вводится в нефть единожды, и ее свойства сохраняются на всей протяженности нефтепровода;
- ✦ присадки не заменяются в условиях вечной мерзлоты, когда подземный нагрев высоковязких нефти может привести к растоплению грунта.

Механизм действия присадок (депрессаторов): молекулы присадок адсорбируются на поверхности кристаллов парафина и, предотвращают их рост [15–17]. В результате, в нефти образуется жидкая суспензия кристаллов парафина, покрытая оболочкой, состоящей из молекул присадки.

Основными недостатками применения депрессорных присадок являются []:

- ✦ необходимость нагрева всего количества транспортируемой нефти до температуры 60–70 °С;
- ✦ относительно высокая стоимость;
- ✦ дополнительные капиталовложения на сооружение и содержание узла ввода присадки.

Результаты

Проводились исследования по разработке депрессивной добавки с пробами, взятыми из месторождений республики Казахстан. Отобранные и исследованные образцы, представленные на рис. 2, показывают значения температуры стока коммерческой сырой нефти на месторождениях Кумкольского района.

В исследованиях использовалась присадка на основе сополимеров этилена с винилацетатом. Было изучено влияние депрессорной присадки на реологические характеристики и температуру текучести транспортируемой нефтесмеси.

Из рис. 3 видно, что вязкость исследуемого образца с присадкой значительно ниже, чем у других образцов, при низких температурах. При повышении температуры свойства стабилизируются.

Депрессорная присадка прошла испытания, результаты которых представлены на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что до начала испытаний образец имел высокую вязкость, неприемлемую для успешной транспор-

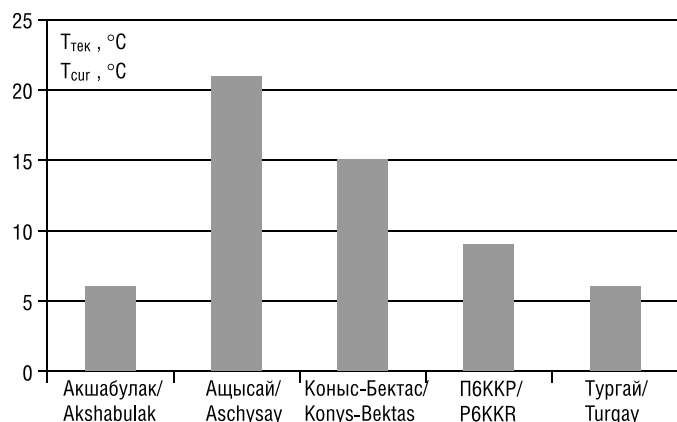


Рис. 2. Текучесть товарной нефти месторождений Кумкольского региона /
Fig. 2. Fluidity of commercial oil from Kumkol region fields.

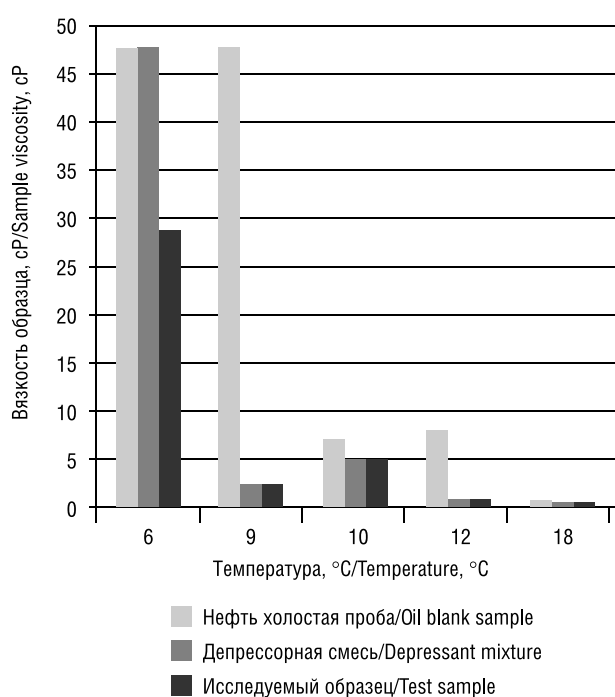


Рис. 3. Реологические характеристики общей нефтесмеси, обработанной присадками и холодного образца /
Fig. 3. Rheological characteristics of the general oil mixture treated with additives and a blank sample.

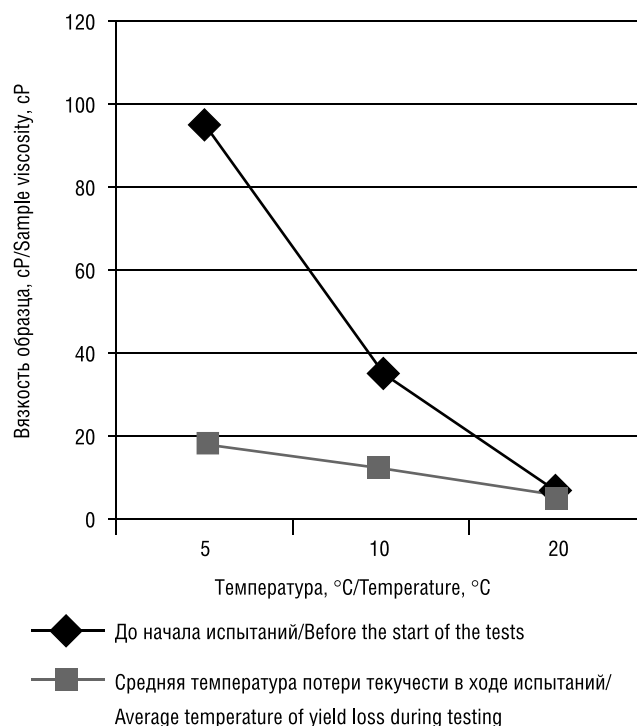


Рис. 4. Динамическая вязкость образцов в ходе испытаний /
Fig. 4. Dynamic viscosity of samples during testing.

тировки. После внедрения присадки вязкость значительно снизилась и, соответственно, понизилась средняя температура потери текучести, что свидетельствует об эффективности используемого метода.

Выводы

Рассмотрены особенности способов транспортировки нефти с аномальными свойствами. Исследованы три способа перекачки: транспортировка нефти с подогревом; транспортировка нефти с добавкой противотурбулентных присадок и транспортировка высоковязкой нефти путем смешивания ее с маловязкой нефтью. Отмечены достоинства и недостатки методов.

Показано, что для «тяжелой» нефти рекомендуется использовать «горячую перекачку», а также применять противотурбулентные присадки для изменения гидравлических сопротивлений. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Шайдецкий Н.Г. Особенности транспортировки тяжелой нефти из южного Казахстана // Аллея науки. 2018. Т. 3. №. 1. С. 29-34.
2. Масимов А.М. Современные проблемы и технологии добычи высоковязкой нефти // Техническая и технологическая модернизация России: проблемы, приоритеты, перспективы. 2019. С. 17-20.
3. Алдыяров Т.К. Разработка перспективных технологий транспортировки казахстанских нефтей с аномальными свойствами по магистральным нефтепроводам : диссертация ... кандидата технических наук : 25.00.19. Уфа, 2005.
4. Souas F., Safri A., Benmounah A. A review on the rheology of heavy crude oil for pipeline transportation // Petroleum Research. 2021. Т. 6. №. 2. С. 116-136.
5. Люлинская Я.Л., Муллахметов А.А., Харлампиди Х.Э. Решение проблемы перекачки тяжелой нефти // Мировая наука. 2021. №. 3. С. 57-59.
6. Ibrahim R.I., Odah M.K., Al-Mufti A. An overview on the recent techniques for improving the flowability of crude oil in pipelines // IOP conference series: materials science and engineering. IOP Publishing, 2019. Т. 579. №. 1. С. 012054.
7. Nguyen M.T. Recent advances in asphaltene transformation in heavy oil hydroprocessing: Progress, challenges, and future perspectives // Fuel Processing Technology. 2021. Т. 213. С. 106681.

8. Li H. Experimental study on viscosity reduction of heavy oil with water content by synergistic effect of microwave and nano-catalyst // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2022. Т. 208. С. 109271.
9. Поляков А.В. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта // Наука. Новое поколение. Успех. 2020. С. 153-156.
10. Лесин В.И. Физический механизм возникновения «аномальной вязкости», осложняющий добычу и транспортировку нефти // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2020. №. 5. С. 74-92.
11. Алиева А.М. Использование тепловых насосов при транспортировке высоковязкой нефти // ББК 1 Е91. 2020. С. 68.
12. Marenov B.T. Chemical reagents for reducing the flow temperature of paraffin oil // Industrial Technologies and Engineering. 2019. С. 71-77.
13. Gu X. Synthesis and investigation of a spiro diborate as a clean viscosity-reducer and pour point depressor for crude oil // Petroleum Chemistry. 2019. Т. 59. №. 6. С. 570-574.
14. Shamsiddinovich M.N. Development of innovative technologies for the production of fuels and oils with improved performance properties // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2018. №. 5-6. С. 45-48.
15. Pateiro M. et al. Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review // Food Research International. - 2018. - Т. 113. - С. 156-166.
16. Alimova Z., Kholikova N., Kholova S. Improvement of properties of oils used in hydraulic systems of road-construction equipment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - IOP Publishing, 2020. - Т. 883. - №. 1. - С. 012167.
17. Khamidullaeva A. Z., Kobulovna S. D., Buranovna Y. G. Improve The Physico-Chemical Properties Of Hydraulic Oils Way Of Introduction Of Additives // The American Journal of Engineering and Technology. - 2021. - Т. 3. - №. 12. - С. 1-5.
18. Деменин Е. С., Николаев А. К., Зарипова Н. А. Исследование применения депрессорных присадок зарубежными компаниями в трубопроводном транспорте высоковязких нефтей // Международный научно-исследовательский журнал. - 2020. - №. 5-1 (95). - С. 94-96.
19. Богданов И. А., Алтынов А. А., Киргина М. В. О влиянии группового состава дизельных топлив на эффективность действия депрессорных присадок // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика КИ Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора КВ Радугина, Томск, 8-12 апреля 2019 г. Т. 2.-Томск, 2019. - Т. 2. - С. 324-325.
20. Abilmagzhanov A. Z. et al. The Investigation of the Depressor Additives Application Efficiency for Asphaltene-Resin-Paraffin Deposits Inhibition and Stripping in Petroleum Storage Tanks // Oriental Journal of Chemistry. - 2019. - Т. 35. - №. 2. - С. 711.

REFERENCES

1. Shaydetskiy N.G. Features of transportation of heavy oil from southern Kazakhstan. Alley of Science. 2018. Vol. 3. No. 1. P. 29-34.
2. Masimov A.M. Modern problems and technologies for the production of high-viscosity oil. Technical and technological modernization of Russia: problems, priorities, prospects. 2019. P. 17-20.
3. Aldyyarov T.K. Development of promising technologies for the transportation of Kazakhstani oils with anomalous properties through main oil pipelines: dissertation ... Cand.Tech.Sci.: 25.00.19. Ufa, 2005.
4. Souas F., Safri A., Benmounah A. A review on the rheology of heavy crude oil for pipeline transportation. Petroleum Research. 2021. Vol. 6. No. 2. P. 116-136.
5. Lyulinskaya Ya.L., Mullakhmetov A.A., Kharlampidi Kh.E. Solving the problem of pumping heavy oil. World science. 2021. No. 3. P. 57-59.
6. Ibrahim R.I., Odah M.K., Al-Mufti A. An overview on the recent techniques for improving the flowability of crude oil in pipelines. IOP conference series: materials science and engineering. IOP Publishing, 2019. Vol. 579. No. 1. P. 012054.
7. Nguyen M.T. Recent advances in asphaltene transformation in heavy oil hydroprocessing: Progress, challenges, and future perspectives. Fuel Processing Technology. 2021. Vol. 213. P. 106681.
8. Li H. Experimental study on viscosity reduction of heavy oil with water content by synergistic effect of microwave and nano-catalyst. Journal of Petroleum Science and Engineering. 2022. Vol. 208. P. 109271.
9. Polyakov A.V. Technology for transporting high-viscosity oils using the heating method. Review of world experience. The science. New generation. Success. 2020. P. 153-156.
10. Lesin V.I. The physical mechanism of the occurrence of «anomalous viscosity», complicating the extraction and transportation of oil. Electronic scientific journal Oil and gas business. 2020. No. 5. P. 74-92.
11. Alyeva A.M. The use of heat pumps in the transportation of high-viscosity oil. ББК 1 Е91. 2020. P. 68.
12. Marenov B.T. Chemical reagents for reducing the flow temperature of paraffin oil. Industrial Technologies and Engineering. 2019. P. 71-77.
13. Gu X. Synthesis and investigation of a spiro diborate as a clean viscosity-reducer and pour point depressor for crude oil. Petroleum Chemistry. 2019. Vol. 59. No. 6. P. 570-574.
14. Shamsiddinovich M.N. Development of innovative technologies for the production of fuels and oils with improved performance properties. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 2018. No. 5-6. P. 45-48.
15. Pateiro M. et al. Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review // Food Research International. - 2018. - Т. 113. - С. 156-166.
16. Alimova Z., Kholikova N., Kholova S. Improvement of properties of oils used in hydraulic systems of road-construction equipment // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - IOP Publishing, 2020. - Т. 883. - №. 1. - С. 012167.
17. Khamidullaeva A. Z., Kobulovna S. D., Buranovna Y. G. Improve The Physico-Chemical Properties Of Hydraulic Oils Way Of Introduction Of Additives // The American Journal of Engineering and Technology. - 2021. - Т. 3. - №. 12. - С. 1-5.
18. Demmeni E. S., Nikolaev A. K., Zaripova N. A. Research of the use of depressor additives by foreign companies in pipeline transport of high-viscosity oils // International Research Journal. - 2020. - №. 5-1 (95). - Pp. 94-96.

19. Bogdanov I. A., Altynov A. A., Kirgina M. V. On the influence of the group composition of diesel fuels on the effectiveness of depressor additives // Problems of geology and subsoil development: Proceedings of the XXIII International Symposium named after Academician MA Usov of Students and young scientists dedicated to the 120th anniversary of the birth of Academician KI Satpayev, the 120th anniversary of the birth of Professor KV Radugin, Tomsk, April 8-12, 2019 Vol. 2.-Tomsk, 2019. - 2019. - Vol. 2. - pp. 324-325.
20. Abilmagzhanov A. Z. et al. The Investigation of the Depressor Additives Application Efficiency for Asphaltene-Resin-Paraffin Deposits Inhibition and Stripping in Petroleum Storage Tanks // Oriental Journal of Chemistry. - 2019. - T. 35. - №. 2. - C. 711.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Онди́ги Месси Этьенн:

аспирант 4 курса,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Российский университет дружбы народов,
г. Москва, Россия

Балла Месси Маурис Ландри:

Магистр 1 курса,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Российский университет дружбы народов,
г. Москва, Россия

Чекушина Татьяна Владимировна:

доктор физико-математических наук,
ученый секретарь Научного совета Российской академии наук
по проблемам обогащения минерального сырья,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
российский университет дружбы народов.
г. Москва, Россия,
e-mail: chekushina.rufp@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Etienne Ondigui Messi:

PhD student,
Federal State Budgetary Institution of Science Peoples' Friendship
University of Russia,
Moscow, Russia

Balla Messi Maurice Landry:

1st year master's degree,
Federal State Budgetary Institution of Science Peoples' Friendship
University of Russia,
Moscow, Russia

Chekushina Tatiana Vladimirovna:

Dr. Ph., full professor,
scientific secretary of Scientific council of the Russian academia
science concerning problems of enrichment of mineral raw material,
Federal State Budgetary Institution of Science Peoples' Friendship
University of Russia,
Moscow, Russia,
e-mail: chekushina.rufp@bk.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION: Онди́ги Месси Этьенн — подготовка исследования, формирование материала, написание статьи / Ondigui Messi Etienne — research preparation, material formation, article writing.

Балла Месси Маурис Ландри — подготовка исследования, формирование материала, написание статьи / Balla Messi Maurice Landry — preparation of the study, formation of the material, writing the article.

Чекушина Татьяна Владимировна — подготовка исследования, формирование материала, написание статьи / Chekushina Tatiana Vladimirovna — preparation of the study, formation of the material, writing the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.



КАЗАНСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Информируем Вас



Подготовка студентов в Институте геологии и нефтегазовых технологий ведется по 2-м направлениям:
 05.03.01 Геология и 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Контакты : 420008, Казань, Кремлевская 4/5,
 Институт геологии нефтегазовых технологий
 Тел/факс: (843) 233-71-61. E-mail: geofak@kpfu.ru

WWW.N-GN.RU