

УДК 622.276.656, 621.31

**АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПАТЕНТОВАНИЯ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ
РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ**

**DYNAMICS ANALYSIS OF METHODS AND PATENTING OF
DEVICES FOR ADJUSTING RHEOLOGICAL PROPERTIES OF
HIGH VISCOSITY PETROLEUM**

Конесев С.Г., Хазиева Р.Т., Хлюпин П.А., Кондратьев Э.Ю.
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
г.Уфа, Российская Федерация

S.G. Konesev, R.T. Khazieva, P.A. Khlyupin, E.Y. Kondratyev
FSBEI of HPE “Ufa State Petroleum Technological University”,
Ufa, the Russian Federation

e-mail: KonesevSG@yandex.ru

Аннотация. Проведен анализ динамики патентования методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти на основе международных патентных баз и патентных баз России. Определены ведущие страны в области разработки и патентования способов и устройств воздействия на реологические свойства вязкой, высоковязкой и битуминозной нефти.

Отмечается актуальность разработки месторождений с вязкой, высоковязкой и битуминозной нефтью на фоне истощаемых запасов эксплуатируемых месторождений. Показан интерес ведущих компаний мира в разработке новых технологий и устройств регулирования реологических свойств аномальных нефтей.

Анализ патентования показывает, что наиболее распространенными и перспективными способами воздействия на высоковязкую нефть являются комбинированные методы, сочетающие в себе несколько видов воздействия. Отмечается также, что комбинированные методы в основном базируются тепловых методах воздействия паром, горячей водой или электрофизическим теплом.

Тепловые методы, реализуемые посредством закачки парогазовой смеси или жидкого агента в разрабатываемый пласт, несовершенны и обладают рядом недостатков. Интенсивно применяются тепловые методы, основанные на электрофизическом воздействии, как основные методы увеличения нефтеотдачи, так и в комплексном сочетании с другими методами воздействия. В основном патентуются методы индукционного нагрева как наиболее перспективные.

Показан активный рост патентования способов и устройств регулирования реологических свойств вязкой, высоковязкой и битуминозной нефти за последние десять лет. Произведен анализ публикации патентов с использованием математического пакета MathCad 15, показывающий перспективность развития направления регулирования реологических свойств вязкой, высоковязкой и битуминозной нефти.

Abstract. We have carried out the analysis of the dynamics of patenting of methods and devices for control of rheological properties of heavy oil based on international patent databases and patent databases in Russia. The leading countries in the development and patenting of methods and devices for control of the rheological properties of viscous, highly viscous and bituminous oil were determined.

The urgency of the development of deposits with viscous, highly viscous and bituminous oil is stressed on the background of the depletion of producing fields. The interest of leading companies of the world in the development of new technologies and devices for control the rheological properties of abnormal oils is shown.

Analysis of patents reveals that the most common routes and promising of treating high-viscosity oil are mixed methods that combine several types of exposure. It is also noted that the combined methods are mainly based on thermal recovery stimulation methods with steam, hot water or electrophysical heat.

Thermal methods implemented by pumping gas mixture or liquid agent in the target formation, are imperfect and have a number of drawbacks. Thermal methods based on the electrical effects are intensively used as the main methods of enhanced oil recovery as well as in complex combination with other methods of exposure. Basically patented methods of induction heating and the like are the most promising.

Over the last ten years the active growth of patenting methods and devices for regulation the rheological properties of viscous, highly viscous and bituminous oil is shown. Analysis of patent publications was performed using the mathematical package MathCad 15 which has shown promising directions of development of regulation the rheological properties of a viscous, highly viscous and oil bitumen.

Ключевые слова: патентование, индукционный нагреватель, нагревательный кабель, проточный нагреватель, резистивный нагрев.

Key words: patenting, induction heater, heating cable, instantaneous heating, resistance heating.

Аномальная нефть – это нефть, обладающая аномальными свойствами вязкости, вызванными наличием элементов с тиксотропными свойствами, которые образуют системы, способные восстанавливаться после механического разрушения. К аномальным нефтям относят вязкие, высоковязкие, битуминозные, тяжелые, сверхтяжелые нефти [1].

Химический состав нефти во многом определяется месторождением и изменяется от парафиновых, состоящих из парафиновых углеводородов, до нафтеновых и асфальтеновых, содержащих циклопарафиновые углеводороды [2]. Парафиновые нефти, в сравнении с нафтеновыми (асфальтеновыми), обычно содержат больше бензина и меньше серы и являются главным сырьем для получения смазочных масел и парафинов. Нафтеновые же, в свою очередь, содержат больше серы и мазута, а так же асфальта. Помимо углеводородных соединений в нефти встречаются такие элементы как сера S, азот N, фосфор P, а также благородные и редкоземельные металлы. Процентное соотношение элементов нефти отвечает за ее физические свойства, такие как плотность и вязкость. Повышение плотности указывает на увеличение в составе нефти тяжелых углеводородов (например, смол), вязкость указывает на текучесть нефти и зависит от процентного соотношения химических элементов, в частности асфальтов, смол и парафинов [3, 4].

Актуальность темы исследований обусловлена перспективностью разработок месторождений с вязкой и битуминозной нефтью, о чем свидетельствуют многочисленные научные труды и разработки ученых стран мира, располагающих доказанными запасами аномальной нефти.

Россия располагает месторождениями с высоковязкими, битуминозными нефтями, разрабатываемыми такими нефтяными компаниями, как ОАО «Роснефть», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Татнефть», ОАО «Башнефть», а также дочерними предприятиями ОАО «Газпром». Экономическое развитие России напрямую зависит от нефтегазового комплекса, о чем свидетельствует гибкая налоговая политика. В соответствии с положениями статьи 342, главы 26, раздела VII, части второй налогового кодекса РФ «налогообложение производится по налоговой ставке 0 % при добыче сверхвязкой нефти, добываемой из участков недр, содержащих нефть вязкостью более 200 мПа·с (в пластовых условиях)». Значительный природно-ресурсный потенциал стимулирует компании финансировать научные исследования и разработку технических решений, способствующих повышению эффективности добычи вязких полезных ископаемых из недр, их дальнейшему транспорту и переработке. Однако на данном этапе развития, технологии и устройства, применяемые в России при разработке, перекачке и переработке вязкой и сверхвязкой нефти заимствованы у разработчиков Европейских стран, США, Канады и Венесуэлы [5].

Авторами проведена значительная работа по анализу запатентованных решений по методам и устройствам регулирования реологических свойств высоковязкой нефти. В патентной проработке использовалась информация двух десятков сайтов патентов России, США, Канады и других стран с глубиной патентного поиска 40 лет. Емкость проработанной патентной базы составила более 15 000 патентов и авторских свидетельств.

Распределение проанализированных патентов по странам-заявителям показано на рисунке 1. Следует отметить, что наибольшее количество новых

схемотехнических решений устройств регулирования реологических свойств высоковязких нефтей в России, США и Канаде свидетельствует об интересе этих стран к запасам высоковязких нефтей. Процентное соотношение, наблюдаемое на рисунке 1, не свидетельствует о том, что большинство новых решений по анализируемой тематике патентуются в России и США, это можно объяснить большей доступностью баз патентов в этих странах.

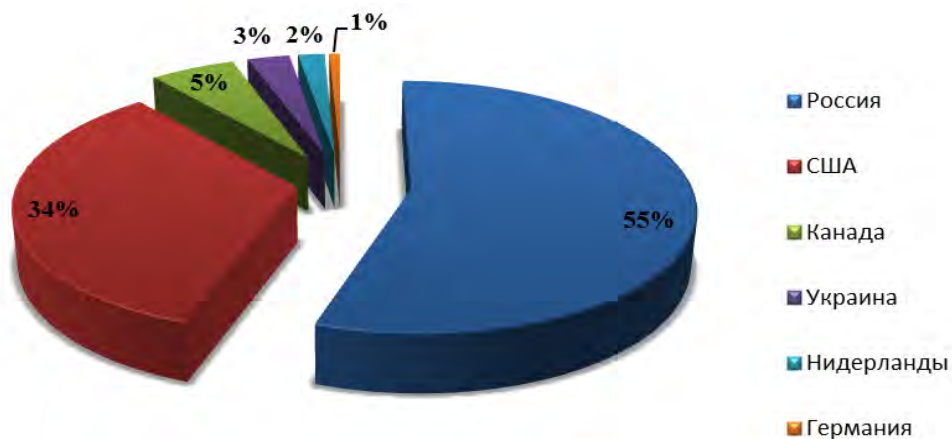


Рисунок 1. Общий объем проанализированных патентов по странам-заявителям в процентном соотношении

Заявителями по данной теме практически в равной доле являются учебные заведения, частные лица, предприятия и фирмы.

Классификация патентов по МПК показана на рисунке 2. Очевидно, что большинство проанализированных патентов по заданной тематике имеют МПК H05B6 «Нагрев электрическим, магнитным или электромагнитным полем» следующих групп: H05B6/36 «Индукторы», H05B6/10 «Индукционные нагревательные устройства специального назначения иные, чем печи», H05B6/02 «Индукционный нагрев», это значит, что в основном патентуются методы индукционного нагрева и им подобные, как наиболее перспективные.

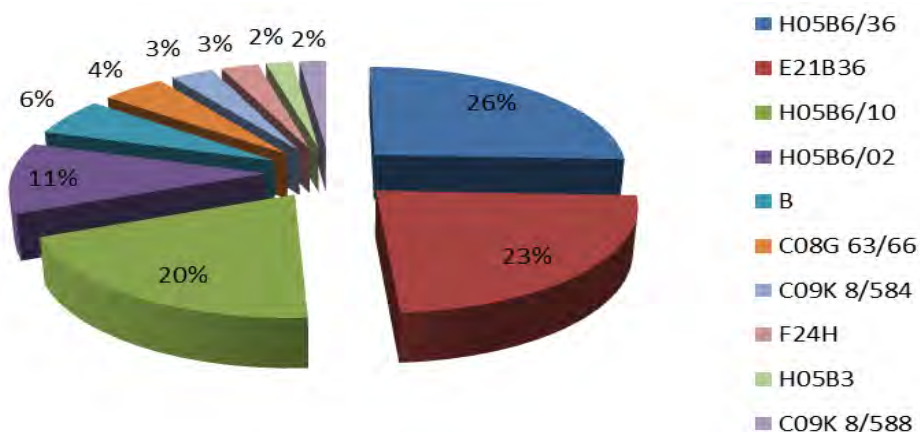


Рисунок 2. Классификация патентов по МПК в процентном соотношении

Анализ показывает, что наиболее распространенными и перспективными способами воздействия на высоковязкую нефть являются комбинированные методы (54 %), сочетающие в себе несколько видов воздействия, затем следуют электрические (21 %), тепловые (15 %), химические (8 %) и другие (2 %) методы. Следует отметить, что в данной классификации тепловые методы не включают в себя создание тепла с помощью электричества, а в комбинированные методы входит использование электрической энергии. Тепловые методы воздействия остаются наиболее эффективными и применяются нефтяными компаниями во всем мире. Однако, тепловые методы, реализуемые посредством закачки парогазовой смеси или жидкого агента в разрабатываемый пласт, несовершенны и обладают рядом недостатков, в числе которых большие тепловые потери по длине скважины при передаче тепла пласту, высокая обводненность конечного продукта, неэкологичность, низкая эффективность нагревательных элементов.

В 2011 году международная консалтинговая компания “The Boston Consulting Group” (BCG) провела исследования, которые показали актуальность и перспективность применения тепловых методов, основанных на электрофизическом воздействии, их использование как основных методов увеличения нефтеотдачи, так и в комплексном сочетании с другими методами воздействия [6].

На рисунке 3 представлена классификация устройств, применяемых для регулирования реологических свойств высоковязкой нефти электрическими методами. Из диаграммы видно, что наиболее распространенными устройствами электрического регулирования реологических свойств нефти являются следующие устройства: индукционный нагреватель, нагревательный кабель, проточный нагреватель (индукционный нагреватель, представляющий собой в общем виде трубу, которая нагревается за счет токов, наводящихся в ней индуктором), резистивный нагрев (тепло выделяется за счет большого активного сопротивления кабеля) и другие.

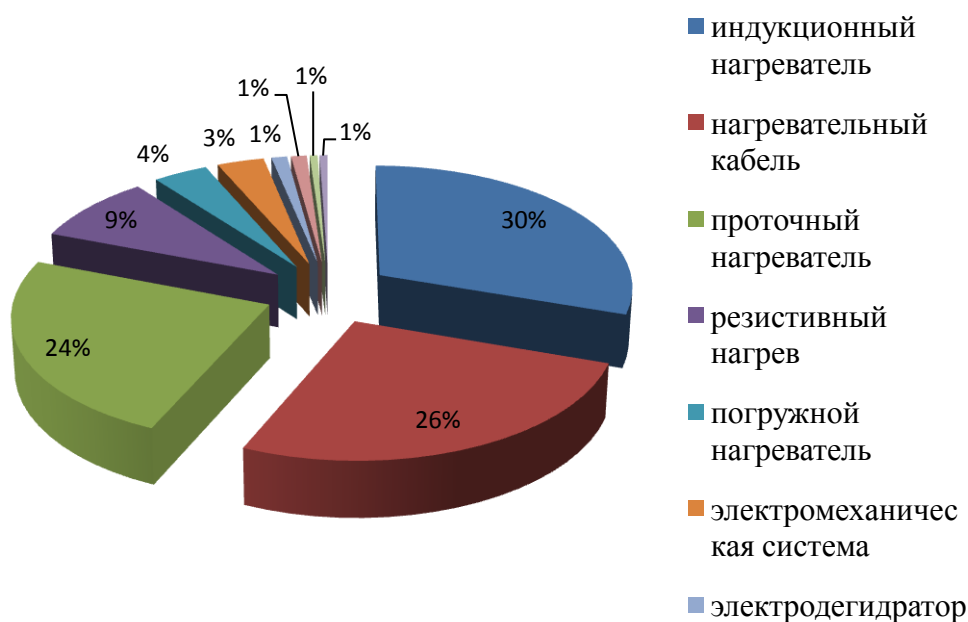


Рисунок 3. Классификация устройств, применяемых для регулирования реологических свойств высоковязкой нефти электрическими методами

Согласно данным базы российских патентов количество заявок на патентование различных методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти за последние 10 лет увеличилось в среднем в 3 раза по сравнению с предыдущим десятилетием. Кроме того, расширился и спектр применения методов и устройств, предлагаемый авторами заявок.

Современная экономическая ситуация позволяет по количеству заявок на патентование, поданных в каком-либо направлении науки и техники, достаточно достоверно оценивать его перспективность. Данный подход обусловлен тем, что, как правило, каждая поданная заявка на патентование, за которой стоит конкретное устройство, востребовано потребителем. Таким образом, анализируя патентную информацию, можно оценить и потребность рынка в различных устройствах и технологиях.

С целью оценки интереса потребителя к методам и устройствам регулирования реологических свойств высоковязкой нефти и выявления наиболее перспективных направлений дальнейшего совершенствования данных методов, и устройств проведен анализ патентной информации. Были проанализированы заявки на патентование, поданные в США, Канаде, Нидерландах, Германии, Украине, Российской Федерации за период с 1935 по 2013 гг. (рисунок 4).

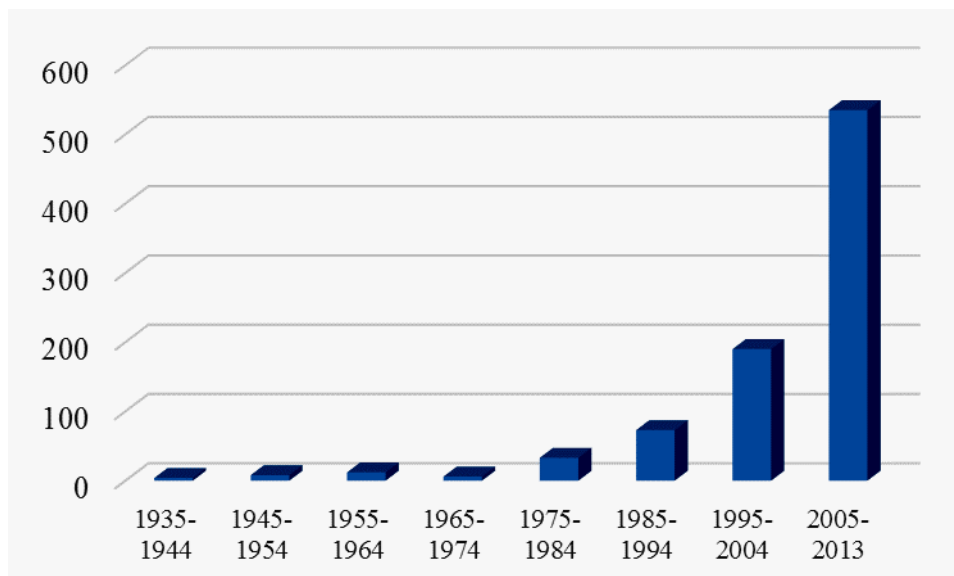


Рисунок 4. Распределение патентования за период с 1935 по 2013 гг.

График динамики подачи заявок на патентование различных методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти представлен на рисунке 5. Данный график позволяет достаточно уверенно судить о том, что на протяжении всего рассматриваемого периода (78 лет) интерес исследователей к анализируемой тематике был стабильным.

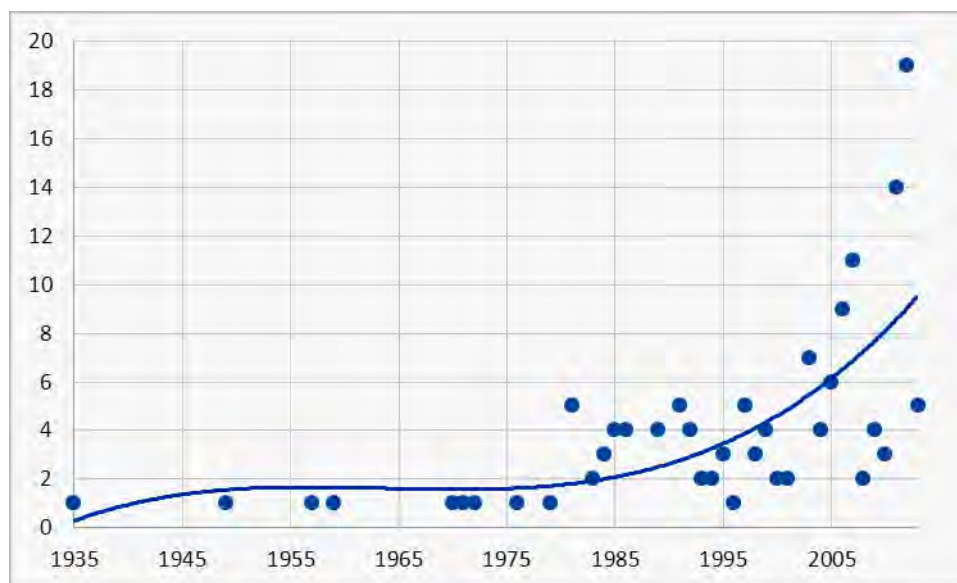


Рисунок 5. Динамика подачи заявок на патентование методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти

Процесс подачи заявок на патентование носит случайный характер. Следовательно, данный процесс можно рассматривать как случайный и при обработке статического материала использовать теорию случайных процессов [7].

С использованием программы MathCad 15 исследованы колебания количества заявок на патентование методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти в течение 936 месяцев (1935 – 2013). График спектральной плотности колебания общего количества заявок на патентование методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти показан на рисунке 7. Анализ формы спектра показывает, что для подачи заявок на патентование методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти характерен узкополосный процесс, что характеризует направление регулирования реологических свойств высоковязкой нефти как перспективное.

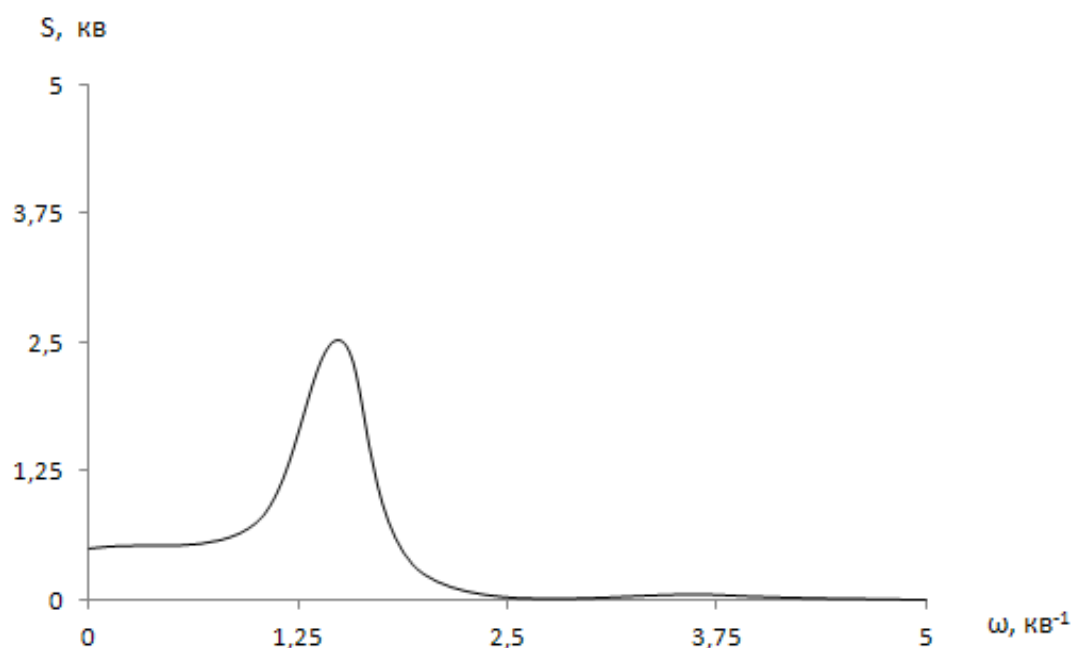


Рисунок 6. Результаты вычислений спектральной плотности динамики подачи заявок на патентование методов и устройств регулирования реологических свойств высоковязкой нефти

Выводы

По результатам аналитического обзора способов и устройств воздействия на реологические свойства вязкой нефти сделаны следующие выводы:

- актуальность темы исследований обусловлена перспективностью разработок месторождений с вязкой и битуминозной нефтью, о чем свидетельствуют многочисленные научные труды и разработки ученых стран мира, располагающих доказанными запасами аномальной нефти;

- наибольшее количество новых схмотехнических решений устройств регулирования реологических свойств высоковязких нефтей в России, США и Канаде свидетельствует об интересе этих стран к разработке месторождений

высоковязких нефтей. Заявителями по данной теме практически в равной доле являются учебные заведения, частные лица, предприятия и фирмы;

- анализ патентования показывает, что наиболее распространенными и перспективными способами воздействия на высоковязкую нефть являются комбинированные методы, сочетающие в себе несколько видов воздействия. Тепловые методы, реализуемые посредством закачки парогазовой смеси или жидкого агента в разрабатываемый пласт, несовершенны и обладают рядом недостатков. Интенсивно применяются тепловые методы, основанные на электрофизическом воздействии, как основные методы увеличения нефтеотдачи, так и в комплексном сочетании с другими методами воздействия;

- наиболее распространенными устройствами электрического регулирования реологических свойств нефти являются следующие устройства: индукционный нагреватель, нагревательный кабель, проточный нагреватель, резистивный нагрев. В основном патентуются методы индукционного нагрева как наиболее перспективные.

Список используемых источников

1. Липаев А.А. Разработка месторождений тяжелых нефтей и природных битумов. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013. 484 с.

2. Алемасов В.Е., Кравцов Я.И., Муслимов Р.Х. Комбинированные энергосберегающие технологии разработки трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов // Материалы докладов Российского национального симпозиума по энергетике. Казань: изд-во КГЭУ, 2001. Т.2. С. 342 – 344.

3. Жуйко П.В. Разработка принципов управления реологическими свойствами аномальных нефтей: автореф. дисс. д-ра техн. наук. Ухта, 2003. 43 с.

4. Пикалова М.И. Исследование влияния депрессорных присадок на реологические характеристики нефти Даниловского месторождения// Химия и химическая технология XXI века: сб. материалов XII Всерос. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых с международным участием «», Томск, 11-13 мая 2011 г. Т. 1 С. 188-190. – [Электронный ресурс]:

<http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Conferences/2011/C5/C5a97.pdf> (дата обращения: 08.11.2013).

5. Исследование реологических свойств высоковязких и высокопарафинистых нефтей месторождений Самарской области/Рощин П.В. и др.// Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т.8. №1. [Электронный ресурс]: http://www.ngtp.ru/rub/9/12_2013.pdf (дата обращения: 08.11.2013).

6. TheBostonConsultingGroup. Тяжелая нефть: проблемы и возможности. Глобальная ситуация и выводы для России, 29.06.2011 [Электронный ресурс]: <http://forumugra.ru/download/doc/problem1.pdf> (дата обращения: 08.11.2013).

7. Чернова К.В. Развитие и перспективы применения магнитного воздействия на скважинную продукцию в нефтедобыче: монография. Уфа, 2005. С. 88-93.

References

1. Lipaev A.A. Development of heavy oil fields and natural bitumen.- Izhevsk: Institute of Computer Science, 2013. 484p. [in russian].

2. Alemasov V.E., Kravtsov Y.I., Muslimov R.K. Combined energy-saving technologies develop tight oil and natural bitumen // Proceedings of the Russian National Symposium on Energy. V.2. Kazan: KSPEU in 2001. P. 342 - 344. [in russian].

3. Zhuiko P.V. Development of management principles anomalous rheological properties of oils: dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. Ukhta 2003. 43 p. [in russian].

4. Pikalova M.I. Investigation of effect of depressant additives on the rheological characteristics of oil field Danilov // Collected materials XII All-Russian scientific - practical conference of students and young scientists with international participation" Chemistry and chemical technology in the XXI Century" (Volume 1), Tomsk, 11-13 May 2011 - S. 188-190. - [Electronic resource]: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Conferences/2011/C5/C5a97.pdf> (date accessed: 08/11/2013). [in russian].

5. Roschin P.V., Petukhov A.V., Vasquez Cardenas L.K., Nazarov A.D., Khromih L.N. Study of rheological properties of high oil fields and highly paraffinic oil from the Samara region // Petroleum Geology . Theory and practice. 2013. V.8. № 1. - [Electronic resource]: http://www.ngtp.ru/rub/9/12_2013.pdf (date accessed: 11/08/2013).

6. The Boston Consulting Group. Heavy Oil: Challenges and Opportunities. The global situation and its Implications for Russia, 29.06.2011 [electronic resource]: <http://forumugra.ru/download/doc/problemi.pdf> (date accessed: 08.11.2013).

7. Chernova K.V. Development and application prospects of the magnetic effects on downhole production in the oil industry: monography. Ufa, 2005. P.88-93. [in russian].

Сведения об авторах
Information about authors

Конесев С.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

S.G. Konesev Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Chair “Electrical Engineering and Electrical Equipment Enterprises”, FSBEI of HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

e-mail: KonesevSG@yandex.ru

Хазиева Р.Т., ассистент кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий» ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

R.T. Khazieva, Assistant of the Chair “Electrical Engineering and Electrical Equipment Enterprises”, FSBEI of HPE USPTU

Хлюпин П.А., старший преподаватель кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий» ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

P.A. Khlyupin, Senior Lecturer of the Chair “Electrical Engineering and Electrical Equipment Enterprises”, FSBEI of HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation

Кондратьев Э.Ю., аспирант кафедры «Электротехника и электрооборудование предприятий», ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

E.Y. Kondratyev, postgraduate of the Chair “Electrical Engineering and Electrical Equipment Enterprises”, FSBEI of HPE USPTU, Ufa, the Russian Federation