

КЭС – Эффективный способ эксплуатации месторождений «сланцевой нефти»

Short-Term Well Operation (STWO) as Effective Method of Shale Oil Extraction

Н.П.Кузьмичев. ООО «Нефть XXI век», г. Альметьевск

Kuzmichev N. P. Petroleum 21st Century LLC, Almetьевsk

Резкий рост объемов добычи «сланцевой нефти» в США за предыдущее десятилетие привёл к переизбытку на мировом рынке нефти. Добыча нефти в 2005-2013 гг. выросла с 5,18 млн до 7,44 млн баррелей в день. В декабре 2014 года она достигла рекордного уровня 9,118 млн баррелей в день [1]. Предложение нефти на рынке превысило спрос на неё. Цены на нефть рухнули, снизившись вдвое. У нефтяных компаний, и до этого испытывавших проблемы из-за повышения себестоимости добычи нефти вследствие ухудшения структуры запасов [2], настали трудные времена. Особые сложности испытывают компании, добывающие «сланцевую нефть». Для них сейчас, снижение себестоимости добычи нефти – «вопрос жизни или смерти». Многие компании в конце 2014 - в начале 2015 года значительно сократили объёмы бурения [1]. Некоторые разорились.

Объёмы добычи нефти в США в 2015 году перестали расти так бурно, как в 2014 году, но рост, благодаря набранному темпу, пока

A surge in the production of shale oil in the United States over the past decade caused oversupply on the world oil market. Between 2005 and 2013, oil production rose from 5.18 million to 7.44 million barrels per day. In December 2014, it reached a record level of 9.118 million barrels per day [1]. The supply of oil on the world market has exceeded demand. Oil prices have plummeted by 50 percent. These are challenging times for oil companies which as it is are facing problems due to higher costs of oil production as a result of deterioration of the reserves structure [2]. The situation is extremely dire for shale oil producers. For them, reducing the cost of oil production is a matter of life or death. In late 2014 and early 2015, many companies have significantly scaled back their drilling operations [1]. Some went bankrupt.

In 2015, oil production in the United States did not grow as rapidly as in 2014, but thanks to the pace gathered it still continues to grow. In the next couple of years, the production is likely to stabilize at 10.2-10.3 million barrels a day and then will decline. Analysts strongly believe that

продолжается. В ближайшие год-два объёмы добычи, скорее всего, стабилизируются на отметке 10,2-10,3 млн баррелей в день, а затем могут пойти вниз. У аналитиков есть все основания прогнозировать, что нынешние цены на нефть в ближайшие 5, а то и 10 лет, сколь-нибудь заметно не вырастут [1]. Поэтому снижение себестоимости добычи нефти с целью повышения рентабельности бизнеса – «вопрос № 1» для нефтяной отрасли.

«Сланцевая революция» произошла благодаря прогрессу технологий добычи нефти, прежде всего – совершенствованию технологий горизонтального бурения и многостадийного гидроразрыва пласта [3-5]. За предыдущие 15-20 лет себестоимость добычи «сланцевой нефти» значительно уменьшилась за счёт оптимизации этих основных используемых при её добыче технологий строительства скважин. При высоких ценах на нефть, рентабельность добычи «сланцевой нефти» была достаточно высокой.

При нынешних ценах на нефть, достигнутого технологического уровня для многих «сланцевых» проектов недостаточно. Но потенциал дальнейшей оптимизации упомянутых технологий строительства скважин сейчас практически исчерпан. Для дальнейшего снижения себестоимости добычи «сланцевой нефти» нужны новые подходы и поиск новых решений на всех технологических этапах добычи нефти, а не только при строительстве скважин.

В качестве оговорки, можно заметить, что стоимость бурения, особенно горизонтального, можно ощутимо сократить, используя электробурение. И у России есть шанс, действуя по принципу «не можешь остановить процесс, возглавь его», выйти на равные позиции с западными нефтяными и нефтесервисными компаниями в области технологий добычи «сланцевой нефти». Ведь электробурение широко применялось только в СССР и созданные технологический и организационный заделы пока полностью не утрачены. Более того, появились новые наработки, которые могут вывести электробурение на новый качественный уровень. Но для решения этой большой амбициозной задачи необходимо, чтобы нефтяная отрасль России не на словах, а на деле перешла на инновационный путь развития.

Начало добычи «сланцевой нефти» в промышленных масштабах сдерживали не только геологические проблемы, связанные с особенностями строения

the current oil prices are unlikely to rise noticeably in the next five or even ten years. [1]. Therefore, reducing the cost of oil production in order to increase profitability is the most important issue for today's oil industry.

The “shale revolution” happened thanks to innovations in oil production particularly improved technology of horizontal drilling and multi-stage hydraulic fracturing [3-5]. In the last 15-20 years, the cost of production of shale oil has been reduced significantly as a result of improvement of these major wellbore drilling technologies. With high oil prices, profitability of shale oil production was fairly high. Yet, with the current oil prices, the technological level of many shale projects is not high enough. Even worse, further improvement of the aforementioned wellbore drilling technologies is virtually impossible. To reduce further shale oil production costs, we need new approaches and new solutions at all technological stages of oil production, not just in wellbore drilling.

In fact, it is possible to significantly reduce drilling costs, especially horizontal drilling, by using electro-drilling. As the old adage says, “If you can't stop it, lead it,” so Russia has good chances to compete with western oil and oilfield service companies in shale oil production technologies. That's because electro-drilling was widely used only in the Soviet Union, and the technological

and organizational know-how achieved still remains relevant. Moreover, there are new ideas that could bring electro-drilling to a new level. But to achieve this ambitious goal, Russia's oil industry needs to go beyond words and actually embrace innovative development.

Mass production of shale oil was constrained not only by geological issues related to deposit structure specifics, their study, reserve estimation, etc., but also by poor technologies of processing the raw materials extracted [3-5]. Today, there are industrial-scale technologies for ex situ and in situ processing. There are also experimental technologies, which are being improved both in laboratory conditions and in the field. However, breakthroughs in shale oil processing or shall oil wellbore drilling are unlikely.

One of the attempts to find new ways to reduce the cost of shale oil production was a US\$5 million investment in Texas-based Propell Technologies made on February 24, 2015 by Cyprus-based Ervington Investments [6], whose ultimate beneficiary is Russian billionaire Roman Abramovich. Propel Technologies is the owner of Novas Energy USA which specializes in increasing profitability of

Для компаний снижение себестоимости добычи нефти – «вопрос жизни или смерти»
For companies, reducing the cost of oil production is a matter of life or death

месторождений, их изучения, учёта запасов и т.п., но и несовершенство технологий переработки добываемого сырья [3-5]. Промышленные технологии переработки «сланцевой нефти», как в пласте, так и на поверхности, в настоящее время существуют. Есть экспериментальные технологии, которые продолжают отрабатывать, и в лабораторных, и промысловых условиях. Но в области нефтепереработки «сланцевой нефти», так же как и в области строительства «сланцевых скважин», значительный прогресс в ближайшее время вряд ли возможен.

В качестве примера поиска новых решений снижения себестоимости добычи «сланцевой нефти», можно привести получение 24 февраля 2015 года компанией «Propell Technologies» из американского штата Техас 5 млн. долл. США инвестиций от кипрской «Ervington Investments» [6], конечным бенефициаром которой является российский миллиардер Роман Абрамович. «Propell Technologies» владеет компанией «Novas Energy USA», которая занимается повышением отдачи «сланцевых скважин» на нефтегазовых месторождениях при помощи новейших технологий, основанных на методе плазменно-импульсного воздействия (ПИВ). К слову, «Novas Energy USA» - владелец технологии ПИВ, имеет российские корни [7].

Технология ПИВ является технологией обработки призабойной зоны пласта (ПЗП). Её можно отнести к методам повышения нефтеотдачи пластов (ПНП). Ранее, такие технологии для снижения себестоимости добычи «сланцевой нефти» не использовались. По имеющимся данным, она демонстрирует хорошие технологические результаты [7]. Не имея информации о стоимости данной технологии, сложно оценить, какой она приносит экономический эффект. Но, судя по объёмам инвестиций в данный проект, экономический эффект есть, и немалый.

Особое внимание следует обратить на то, что, в отличие от России, где к технологии ПИВ относятся, как к методу ПНП, в США данную технологию рассматривают, как альтернативу многостадийному гидроразрыву пласта. У гидроразрыва имеется два

shale oil and gas wells by using the latest pulsed plasma exposure (PPE) technology. Interestingly, Novas Energy USA, the owner of PPE technology, has Russian roots [7].

The PPE technology is a method of bottom hole treatment. We may say that this is one of the methods of enhanced oil recovery (EOR). Previously, no such technologies were used to reduce the cost of shale oil production. Reportedly, it is showing some good technological results [7]. Without the information about the cost of this technology, it is hard to evaluate its economic benefits. Yet, judging by the size of investment in this project, economic benefits do exist and are significant.

It is quite interesting that, unlike Russia, where the PPE technology is considered as one of the EOR methods, the United States see it as an alternative to multi-stage hydraulic fracturing. Hydraulic fracturing has two serious non-technical drawbacks: potential environmental impacts and extensive water use. This is why shale oil production in the United States mainly occurs in sparsely populated areas with ample water resources. It is expected that the PPE technology will solve these problems and allow access to shale oil deposits, which currently are not justifiable or not possible to develop [James Stafford].



Рис. 1. КЭС защищена 3 патентами РФ (№№ 2293176, 2315860, 2332559), Евразийским патентом (№ 012683), патентами США (US 8,087,457) и Канады (CA 2620559) на изобретения.

Figure. 1. STWO is protected by three patents of the Russian Federation (Nos. 2293176, 2315860 and 2332559), Eurasian patent (No. 012683) and patents of the United States (US 8,087,457) and Canada (CA 2620559).

существенных недостатка нетехнологического характера: опасные экологические последствия и необходимость в больших объёмах воды. Поэтому сейчас в США «сланцевую нефть» добывают преимущественно в малонаселённых районах с достаточными водными ресурсами. Ожидается, что технология ПИВ решит обе указанные проблемы и позволит приступить к освоению месторождений «сланцевой нефти», разработка которых в настоящее время нецелесообразна или невозможна [8].

Успех технологии ПИВ – ещё одна «гирька» на «чаше весов», определяющих дальнейшую судьбу «сланцевых» проектов. Насколько качнутся эти весы после начала массового внедрения ПИВ, покажет время. Ещё одной такой «гирькой», которая окончательно склонит чашу весов в пользу успеха добычи «сланцевой нефти», даже при существующих ценах на нефть, может стать кратковременная эксплуатация скважин (КЭС). Этот способ эксплуатации скважин относится к механизированной добыче нефти. Предложение использовать КЭС для добычи «сланцевой нефти» - яркий пример нового подхода к решению проблемы снижения себестоимости её добычи.

КЭС достаточно хорошо известна и широко применяется в России и за рубежом. Тем, кто с ней мало знаком, можно порекомендовать ознакомиться с темой «Кратковременная эксплуатация нефтяных скважин» в разделе «Добыча и промысловая подготовка нефти» на форуме oilforum.ru [8]. Здесь же, для краткости, ограничимся лишь кратким перечислением наиболее важных её достоинств.

Главным конкурентным преимуществом КЭС, важным для добычи «сланцевой нефти», которое доказано при добыче «обычной» нефти, является снижение себестоимости добычи на 10-30 %. Оно достигается за счёт увеличения объёмов добычи нефти и межремонтного периода (МРП), сокращения расхода электроэнергии и номенклатуры используемого оборудования, сокращения затрат на исследование скважин и технологические операции по повышению дебита скважин. КЭС – наиболее эффективный способ механизированной добычи нефти из мало- и среднедебитных скважин [9].

Уникальной особенностью КЭС является ослабление или полное исключение негативных проявлений практически всех основных осложняющих эксплуатацию скважин факторов [10]. КЭС – единственный способ добычи нефти из скважин с одновременным воздействием нескольких осложняющих факторов. КЭС – универсальный способ снижения себестоимости добычи нефти на скважинах осложнённого фонда.

Roman Abramovich Invests \$15M in New US Fracking Technology. Posted on Tue, 24 February 2015. <http://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Roman-Abramovich-Invests-15M-in-New-US-Fracking-Technology.html>].

The success of the PPE technology is another factor affecting the future of shale projects. We have yet to see if large-scale introduction of pulsed plasma exposure will have a big enough impact. There is another way, short-term well operation (STWO) technology that will definitely make shale oil production feasible, even with the current oil prices. This well operation method is based on the mechanized production of oil. The idea to use STWO in shale oil production is a vivid example of an innovative solution to the problem of reducing the cost of shale oil production.

STWO is well known and widely used in Russia and abroad. For those who are not well familiar with it, we recommend to read “Short-term oil well operation,” section “Extraction and industrial preparation of oil” at www.oilforum.ru [8]. Here, for the sake of brevity, we shall merely summarize the most important advantages.

The main competitive advantage of STWO for the shale oil industry is 10%-30% reduction of oil production costs, proved during the extraction of crude oil. It is achieved thanks to increased oil production and time between workovers, reduced electricity and equipment needs, lower costs of well exploration and technological operations aimed at increasing flow rates. STWO is the most effective way for mechanized oil production from wells with low and medium flow rates [9].

A unique feature of STWO is minimization or complete elimination of negative impacts of virtually all the major factors complicating well operations [10]. STWO is the only method of oil extraction from wells with simultaneous exposure to several complicating factors. STWO is a universal method of reducing the cost of oil extraction from complicated wells.

In order to demonstrate the effectiveness of STWO in the extraction of shale oil, we have to highlight some specifics of its extraction, which complicate shale well operations, reduce time between workover and, ultimately, adversely affect the production costs. These include [11]:

- » Large variety of physico-chemical properties of formation fluids;
- » Abnormally high fracture gradient;
- » High reservoir temperature;
- » Calcium scale deposition in completion and surface equipment;
- » High GOR (Gas-Oil Ratio);
- » Significant solids production.

Short-term well operation (STWO) allows dealing with all the complicating factors and reducing the cost of shale oil production by increasing time between overhauls [10].

Для того, чтобы показать эффективность КЭС при добыче «сланцевой нефти», следует отметить некоторые особенности её добычи, которые осложняют эксплуатацию «сланцевых» скважин, снижают межремонтный период (МРП) и, в конечном счёте, отрицательно влияют на себестоимость добычи. К ним относятся [11]:

- » Разнообразии физико-химических свойств пластового флюида;
- » Аномально высокое начальное пластовое давление;
- » Высокая температура пласта;
- » Отложение солей в добывающем оборудовании и НКТ;
- » Высокий газовый фактор;
- » Значительный вынос мехпримесей.

Кратковременная эксплуатация скважин (КЭС) позволяет успешно бороться со всеми перечисленными осложняющими факторами и снизить себестоимость добычи «сланцевой нефти» путём увеличения МРП [10].

Но, пожалуй, главными особенностями разработки месторождений «сланцевой нефти», вследствие которой КЭС будет активно востребована для добычи «сланцевой нефти», являются быстрое и значительное снижение дебитов скважин и гораздо меньшие, по сравнению с месторождениями традиционной нефти, сроки рентабельной эксплуатации [12]. Снижение дебитов скважин приводит к необходимости смены типоразмеров добывающего оборудования и даже способа эксплуатации скважин (УЭЦН - УШГН), которые не обусловлены износом или отказом оборудования, что приводит к увеличению затрат. Дополнительные затраты связаны со слабой прогнозируемостью дебита скважин на месторождениях «сланцевой нефти», что также приводит к неплановой смене типоразмера оборудования. Это увеличивает и без того высокую себестоимость добычи «сланцевой нефти».

КЭС обладает уникальными технологическими возможностями, важными при добыче «сланцевой нефти», например: даёт возможность изменять производительность добывающей установки в 3-5 раз, а при переходе на непрерывную эксплуатацию - на порядок [9]. Причём, происходит это в автоматическом режиме. Кроме того, УЭЦН в горизонтальных скважинах можно спускать глубже УШГН и эксплуатировать их при большей депрессии, т.е. можно увеличить дебит скважин.

Общее количество скважин, эксплуатируемых в России с помощью КЭС, в конце 2014 года составило 8-10 тысяч. По состоянию на август 2014 года в «Газпромнефть-Хантос» с помощью КЭС эксплуатировалось больше 800 скважин, при

But perhaps the most interesting things about developing shale oil deposits, thanks to which STWO will become widely used for shale oil extraction, are rapid and significant reduction of flow rates and much shorter periods of cost-effective operation, compared to crude oil fields [12]. Reduced flow rates require changing the design of production equipment and even artificial lift methods (electric submersible pump, or ECP instead of sucker rod pump, or SRP), in the case they are not caused by wear and tear or failure of equipment, resulting in increased costs. Additional costs are associated with poor predictability in the flow rates at shale oil deposits, which also leads to unscheduled changes in the production equipment design. This increases shale oil production costs, which are high as it is.

STWO has unique technological capabilities that are critical for the extraction of shale oil: for example, it allows you to increase the extraction unit's performance by 3-5 times, and even more so after the transition to continuous operation [9]. And it happens automatically. In addition, in horizontal wells, ESP's can operate deeper than beam units and operate with higher-pressure drawdown, allowing increasing well flow rates.

As of the end of 2014, there were 8,000-10,000 STWO oil wells in Russia. As of August 2014, Gazpromneft-Khantos had more than 800 STWO wells, or 40% of the total number of approximately 2,000 wells [13]. The economic benefit in 2012-2013 was about 1.2 billion roubles. Rosneft had 1,722 STWO wells in January 2014 and 2,361 wells in August [14]. There were plans to bring their number to 3,700 by the end of 2014, i.e. the number of STWO wells more than doubled in just one year.

Due to its high economic efficiency, STWO is fast becoming one of the main methods of oil production. Low oil prices and their low volatility help to speed up this process.

The future of shale oil production depends on a holistic approach to the choice of technology at all stages of development and exploitation of shale deposits, from exploration to processing. Production cost minimization seems to be the main factor behind the key technology selection criteria. Mechanized oil production methods, especially STWO, can and should play a significant role in this process.

STWO is protected by various patents for invention including three of the Russian Federation (Nos. 2293176, 2315860 and 2332559), Eurasian patent (No. 012683) and patents of the United States (US 8,087,457) and Canada (CA 2620559). STWO has good export potential. With such oil production technologies, Russian oil companies can operate on the global market without fear of competition with foreign companies.

Technologies such as STWO can put Russian oil and oilfield services companies technologically on a par with

общем количестве скважин около 2000, т.е. более 40 % общего фонда скважин [13]. Экономический эффект за 2012-13 г.г. составил около 1,2 млрд. руб. В «Роснефти» в январе 2014 года с помощью КЭС эксплуатировалось 1722 скважины, в августе – 2361 [14]. До конца 2014 года планировалось довести их число до 3700, т.е. за год количество скважин с КЭС увеличилось более, чем в 2 раза.

Благодаря высокой экономической эффективности, КЭС быстро становится одним из основных способов добычи нефти. Низкие цены на нефть и их низкая волатильность только ускорят данный процесс.

Будущее добычи «сланцевой нефти» связано с комплексным подходом к выбору технологий на всех этапах разработки и эксплуатации «сланцевых» месторождений, начиная с разведки и заканчивая переработкой. Основные критерии отбора технологий будут по-прежнему связаны со стремлением максимально снизить себестоимость. Весомый вклад в этот процесс могут и должны внести инновационные технологии механизированной добычи нефти, прежде всего - КЭС. КЭС защищена 3 патентами РФ (№№ 2293176, 2315860, 2332559), Евразийским патентом (№ 012683), патентами США (US 8,087,457) и Канады (CA 2620559) на изобретения. КЭС имеет хороший экспортный потенциал. Имея в активе подобные технологии добычи нефти, Российские нефтяные компании могут смело идти на внешние рынки, не опасаясь конкуренции с зарубежными компаниями.

Такие технологии, как КЭС, способны создать технологический паритет Российских и зарубежных нефтяных и нефтесервисных компаний. Эта мысль чётко прозвучала в выступлении президента России В.В.Путина на заседании Совета при Президенте по науке и образованию 24 июня 2015 года: «... если мы сможем обеспечить лидерство по ряду ключевых направлений, если от российских технологий будут зависеть партнёры, и при этом мы будем способны быстро впитывать и использовать чужие наработки, то такая взаимозависимость будет серьёзно укреплять наши позиции, и мы сможем на равных разговаривать с другими участниками глобального технологического развития и будем застрахованы от разного рода рисков».

Литература

1. Михаил Оверченко. Как США перекроили мировой нефтяной рынок. Ведомости, 15.12.2014. <http://www.vedomosti.ru/library/articles/2014/12/15/kakssha-perekroili-mirovoj-neftyanoj-rynok>
2. Гай Чейзан. Добыча или прибыль? Ведомости, No 3407 от 13.08.2013. <http://www.vedomosti.ru/newspaper/articles/2013/08/13/>

their foreign competitors. This was clearly expressed in the speech of Russian President Vladimir Putin at a meeting of the Presidential Council on Science and Education on June 24, 2015: "...If we can become a leader in several key areas, if our partners depend on Russian technologies, and we are able to quickly absorb and use the achievements of others, then this interdependence will seriously strengthen our position and we will be treated as equal by other members of the global technological development and will not be exposed to various risks."

Bibliography

1. Michael Overchenko. "How the United States Changed the Global Oil Market." *Vedomosti*, 15.12.2014. <http://www.vedomosti.ru/libravr/articles/2014/12/15/kakssha-perekroili-mirovoj-neftyanoj-rynok>
2. Guy Chazan. "Production or Profits?" *Vedomosti*, # 3407 of 13.08.2013. <http://www.vedomosti.ru/newspaper/articles/2013/08/13/dobycha-ili-pribyl#ixzz2tr2JQbfl>
3. D. Grushevenko, E. Grushevenko. "Shale Oil – a New Challenge for the Energy Market?" Information and analytical survey of the Center for the Study of the Global Energy Markets. November 2012, Institute of Energy Studies, Russian Academy of Sciences. http://www.eriras.ru/files/spravka_slanc_njeft.pdf
4. Morariu D., Averyanova O. U. "Some aspects of oil bearing capacity of shale: conceptual framework, evaluation methods and search for oil extraction technologies" // *Oil and Gas Geology.Theory and Practice*, 2013. v. 8, # 1. http://www.ngtp.ru/rub/9/3_2013.pdf
5. Arutyunov T.V., Arutyunov A.A. "Methods and technologies for hydrocarbons extraction from shale deposits." *Scientific Works of Kubansky State Technological University*, # 1, 2015. <http://ntk.kubstu.ru/file/314>
6. Evgeny Kalyukov, Ivan Tkachev, Alena Sukharevskaya. "Russian Businessman Gains Control Over Technology That Could Change the United States Shale Oil Market." *RBC*, 25.02.2015. <http://www.rbcdailv.ru/industry/562949994116651>
7. Dmitry Mungalov. "To the Last Drop: How to Squeeze Shale." *Skolkovo Fund website*, December 9, 2013. <http://sk.ru/news/b/news/archive/2013/12/09/doposlednev-kapli-kak-vvzhat-plast.aspx>
8. James Stafford. Roman Abramovich Invests \$15M In New US Fracking Technology. Posted on Tue, 24 February 2015. <http://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Roman-Abramovich-Invests-15M-in-New-US-Fracking-Technology.html>
9. Topic "Short-Term Operation of Oil Wells", section "Extraction and Industrial Preparation of Oil" at www.oilforum.ru. <http://www.oilforum.ru/topic>
10. Kuzmichev N.P. "Short-Term Well Operation – Innovative Oil Extraction Method." Report at the international scientific and practical conference "Innovations and Technologies in Exploration, Extraction and Processing of Oil and Gas," Kazan, September 8-10,

dobycha-ili-pribyl#ixzz2tr2JQbfl

3. Д. Грушевенко, Е. Грушевенко. Нефть сланцевых плеев — новый вызов энергетическому рынку? Информационно-аналитический обзор «Центра изучения мировых энергетических рынков». Ноябрь 2012, ИНЭИ РАН.

http://www.eriras.ru/files/spravka_slanc_njeft.pdf

4. Морариу Д., Аверьянова О.Ю. Некоторые аспекты нефтеносности сланцев: понятийная база, возможности оценки и поиск технологий извлечения нефти // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2013. – Т. 8. – No 1. http://www.ngtp.ru/rub/9/3_2013.pdf

5. Т.В. Арутюнов, А.А. Арутюнов. Методы и технологии выработки запасов углеводородов из сланцевых месторождений. Научные труды КубГТУ, No 1, 2015 год. <http://ntk.kubstu.ru/file/314>

6. Евгений Калюков, Иван Ткачев, Алена Сухаревская. Российский бизнесмен приобретет контроль над технологией, которая может изменить рынок сланцевой нефти США. РБК, 25.02.2015. <http://www.rbcdaily.ru/industry/562949994116651>

7. Дмитрий Мунгалов. До последней капли: как выжать пласт. Сайт фонда Сколково, 9 декабря 2013. <http://sk.ru/news/b/news/archive/2013/12/09/doposledney-kapli-kak-vyzhat-plast.aspx>

8. James Stafford. Roman Abramovich Invests \$15M In New US Fracking Technology. Posted on Tue, 24 February 2015. <http://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Roman-Abramovich-Invests-15M-in-New-US-Fracking-Technology.html>

9. Тема «Кратковременная эксплуатация нефтяных скважин» в разделе «Добыча и промысловая подготовка нефти» на форуме oilforum.ru. <http://www.oilforum.ru/topic/>

10. Кузьмичев Н.П. «Кратковременная эксплуатация скважин – инновационный способ добычи нефти». Доклад на международной научно-практической конференции «Инновации и технологии в разведке, добыче и переработке нефти и газа», г. Казань, 8-10 сентября 2010 г. <https://db.tt/1mmxMwvB>

11. Кузьмичев Н.П. Кратковременная эксплуатация скважин - уникальный способ борьбы с осложняющими факторами. Экспозиция Нефть Газ, No 4, 2012. <http://runeft.ru/upload/iblock/fa8/fa8302543969955956fc4cd314e8806d.pdf>

12. В.Л.Чирков, В.П.Сонич. Степень геологической изученности баженовской свиты на территории деятельности ОАО «Сургутнефтегаз». <http://www.ncintech.ru/files/28-09-2010/1-prsnt-chirkov.pdf>

13. А.Д. Алексеев. Баженовская свита: в поисках большой сланцевой нефти на Верхнем Салыме. Часть 1. ROGTEC No 34, август 2013 года. http://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/02_SPD-The-Bazhenov-Formation-Big-Shale-Oil-in-Upper-Salym.pdf Часть 2. ROGTEC No 35, ноябрь 2013 года. <http://rogtecmagazine.com/wp-content/>

2010. <https://db.tt/1mmxMwvB>

11. Kuzmichev N.P. “Short-Term Well Operation – Unique Method of Dealing with Complicating Factors.” Oil and Gas Exposition, # 4, 2012. <http://runeft.ru/upload/iblock/fa8/fa8302543969955956fc4cd314e8806d.pdf>

12. Chirkov V.L., Sonich V.P. State of Geological Exploration of Bazhenov Formation on the Territory of Surgutneftegaz. <http://www.ncintech.ru/files/28-09-2010/1-prsnt-chirkov.pdf>

13. Alexeev A.D. “Bazhenov Formation: Searching for Big Shale Oil in Upper Salym.” Part 1. ROGTEC, # 34, August 2013. http://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/02_SPD-The-Bazhenov-Formation-Big-Shale-Oil-in-Upper-Salym.pdf

Part 2. ROGTEC, # 35, January 2013. http://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/02_The-Bazhenov-Formation-in-Search-of-Big-Shale-Oil.pdf

14. Lutfullin R.R. “Integrated Approach to Improving Energy Efficiency of Mechanized Equipment at Oil Wells of Gazpromneft-Khantos.” First practical conference “Oil Production: Energy Efficiency 2014,” October 2-3, 2014, Moscow. <http://www.ngv.ru/ngv-technology/dobycha-nefti-energoeffektivnost/>

15. Kaverin M.N. “Analysis of ECPs Operating Intermittently.” Engineering Practice, # 11, 2014. <http://lib.glavteh.ru/publicationreader/808/?folder=demo#page/1/mode/1up>

16. Speech by Vladimir Putin at a meeting of the Presidential Council on Science and Education on the topic “New Challenges and Priorities in Science and Technology Development in the Russian Federation.” Moscow, Kremlin, June 24, 2015 <http://kremlin.ru/events/president/news/49755>

http://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/09/02_The-Bazhenov-Formation-in-Search-of-Big-Shale-Oil.pdf

14. Лутфуллин Р.Р. Комплексный подход к повышению энергоэффективности работы механизированного фонда скважин ООО «Газпромнефть-Хантос». Первая практическая конференция «Добыча нефти: энергоэффективность 2014», 2-3 октября 2014 года, г. Москва. <http://www.ngv.ru/ngv-technology/dobycha-nefti-energoeffektivnost/>

15. Каверин М.Н. Анализ состояния фонда УЭЦН, работающих в режиме периодической эксплуатации. Инженерная практика, No 11, 2014. <http://lib.glavteh.ru/publicationreader/808/?folder=demo#page/1/mode/1up>

16. Выступление Владимира Путина на заседании Совета при Президенте по науке и образованию на тему «Новые вызовы и приоритеты развития науки и технологий в Российской Федерации». Москва, Кремль, 24 июня 2015 года. <http://kremlin.ru/events/president/news/49755>