

Анализ перспективных технологий в области разработки месторождений высоковязких нефтей на основе российских и международных патентов

И.И. Ефремов

аспирант, начальник отдела гидродинамики и проектирования систем разработки
iiefremov@cge.ru

ОАО «ЦГЭ», Москва, Россия

В основу определения патентной ситуации положена статистическая обработка патентной документации, относящейся к объекту патентных исследований: «Способы добычи трудноизвлекаемого и нетрадиционного углеводородного сырья (кероген, битумы, тяжелые и высоковязкие нефти)». Статистический анализ патентной литературы служит дополнительным источником информации о технической и технологической конъюнктуре в отрасли.

Материалы и методы

Статистические исследования на основе российских и международных патентов.

Ключевые слова

высоковязкая нефть, анализ патентов, статистика патентования, разработка месторождений

На сегодняшний день высокорентабельные месторождения России с запасами нефти, не требующими особых методов увеличения нефтеотдачи (МУН), по большей части либо выработаны, либо находятся на заключительной стадии разработки. В связи с этим, на передний план выходят технологии и методы, связанные с освоением и разработкой месторождений с запасами нефти, относящихся к категории трудноизвлекаемых. Одним из видов таких запасов являются высоковязкие нефти. Воздействие на пласты, содержащие высоковязкие нефти, как правило, требуют применения более сложных и более затратных технологий. Значительные трудности технического и экономического характера также возникают при подъеме и транспорте высоковязких нефтей. Лидирующие позиции здесь занимают тепловые методы. Интересным в этой связи представляется проанализировать современное состояние методов разработки месторождений высоковязких нефтей на основе российских и международных патентов.

Список хорошо известных тепловых методов довольно широк:

- Термощажный способ добычи;
- Добыча с использованием горизонтальных скважин;
- Внутрискважинное горение;
- Закачка теплоносителя;
- Скважинные нагреватели и другие устройства;
- Обработка ПЗП и др.

Важно заметить, что по ряду стран (США, Канада, Венесуэла) разработка месторождений высоковязких нефтей играет заметную роль, а объемы ее добычи определяют баланс и уровень общей добычи нефти этих стран.

Нашей задачей является выявление наиболее перспективных технологий в области разработки месторождений высоковязкой нефти путем анализа патентной ситуации, как в России, так и за ее пределами. Для этого был проведен анализ российских и международных патентов в период с 1986 года по 2011. Всего было проанализировано 323 патента в области способов добычи трудноизвлекаемого и нетрадиционного углеводородного сырья.

В основу определения патентной ситуации положена статистическая обработка патентной документации, относящейся к объекту патентных исследований: «Способы добычи трудноизвлекаемого и нетрадиционного углеводородного сырья (кероген, битумы, тяжелые и высоковязкие нефти)». Статистический анализ патентной литературы служит дополнительным источником информации о технической и технологической конъюнктуре в отрасли. Сведения о патентной ситуации используются в дальнейшем при изучении тенденций развития данного вида техники, значимости изобретений. При оценке патентной ситуации проводится определение динамики патентования и структуры взаимного патентования.

По количеству патентов, опубликованных заявок по годам подачи заявки, можно

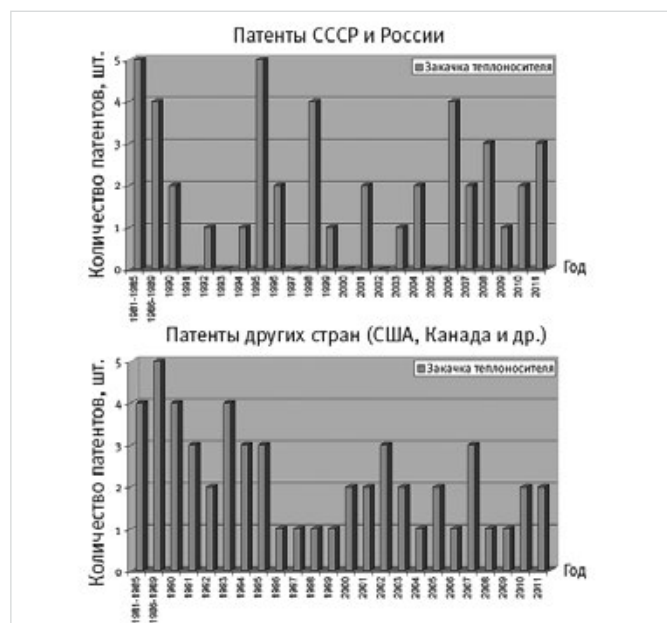


Рис. 1 — Технологии, связанные с закачкой теплоносителя

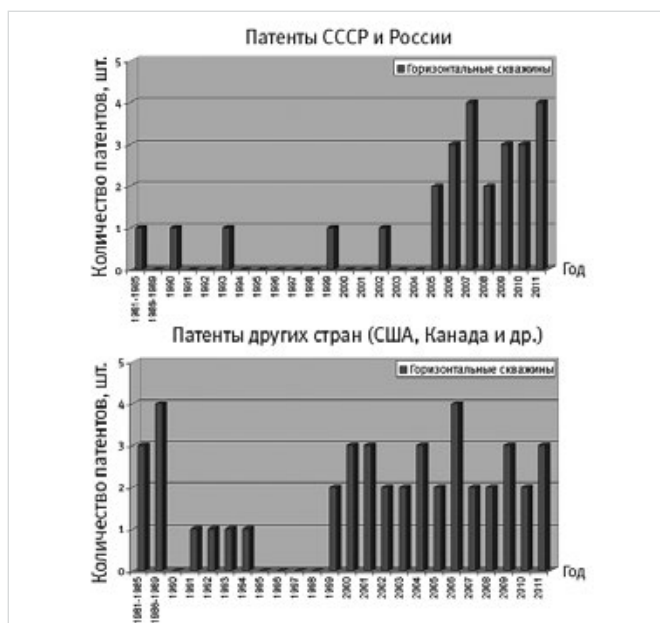


Рис. 2 — Технологии, связанные с использованием горизонтальных скважин

судить о заинтересованности отрасли в технологиях, связанных с разработкой месторождений высоковязкой нефти (Табл.1):

Как видно из таблицы 1, количество запатентованных технологий в области разработки месторождений высоковязкой нефти СССР и России за последние 30 лет в 2–5 раза превышает количество патентов США, Канады и других стран, заинтересованных в развитии данных технологий (Китай, Венесуэла, Германия, Англия, Бразилия).

Количество технологий, связанных с тепловыми методами разработки месторождений высоковязкой нефти довольно велико:

1. Закачка теплоносителя

С повышением температуры вязкость нефти и воды уменьшаются. При этом вязкость нефти (если она в обычных пластовых условиях значительно превышает вязкость воды), снижается более существенно, чем у воды, поэтому соотношение подвижностей нефти и воды увеличивается. Этот экспериментально установленный факт — главная причина закачки теплоносителей в пласт для увеличения нефтеотдачи пластов, содержащих нефти повышенной вязкости. Кроме того, при закачке в пласт горячей воды или водяного пара из нефти при соответствующих условиях испаряются лёгкие фракции углеводородов, которые переносятся вперед по потоку, конденсируются, снижая вязкость нефти перед фронтом вытеснения. Это явление способствует увеличению извлечения нефти из недр при применении тепловых методов. На рис. 1 представлена

СССР и Россия	Страны			Годы
	США	Канада	Др.	
14	7	3	1	1981–1985
12	7	2	3	1986–1989
6	2	1	1	1990
4	3	2	1	1991
6	2	2	0	1992
1	5	2	1	1993
3	2	1	1	1994
10	2	2	1	1995
4	2	2	0	1996
2	1	0	1	1997
5	1	1	1	1998
6	3	1	2	1999
3	3	1	1	2000
7	4	1	4	2001
2	4	2	1	2002
9	5	2	1	2003
5	2	1	1	2004
7	4	1	2	2005
14	5	2	1	2006
10	6	3	1	2007
6	2	1	1	2008
10	4	2	1	2009
10	5	1	1	2010
13	4	1	4	2011
169	85	37	32	Итого

Табл. 1 — Количество патентов России, США, Канады и других стран 1981–2011 гг.

динамика патентования технологий закачки теплоносителя по годам.

Анализируя графики, можно сделать следующий вывод, что на протяжении 30 лет не ослабевает интерес к технологиям, связанным с закачкой теплоносителя, как в СССР и России, так и во всем мире.

2. Внутрипластовое горение

В процессе разработки нефтяного месторождения методом внутрипластового горения в качестве окислителя применяют главным образом воздух, закачиваемый в пласт через специальные воздухонагнетательные скважины. Нефть отбирается из добывающих скважин вместе с продуктами горения и водой, которую также можно закачивать в пласт в те же воздухонагнетательные или в специальные водонагнетательные скважины.

Следует отметить, что в ходе анализа (30 лет патентования), не было выявлено ни одного патента, связанного с технологией внутрипластового горения.

Недостатки внутрипластового горения известны и связаны с заметным удорожанием проектов, вызванных необходимостью принятия мер по охране окружающей среды и утилизации продуктов горения, а также по предотвращению коррозии оборудования. К тому же, осуществление технологии внутрипластового горения очень энергоёмко, требует больших материальных затрат, поэтому специалисты нефтеперерабатывающей отрасли и ученые ряда институтов стараются использовать принципиально новые ресурсо- и энергосберегающие методы и технологии. Специалистами ВНИГРИ были изучены технологии разработки месторождений высоковязких нефтей и природных битумов и их модификации: внутрипластовое горение и тепловое воздействие. Оказалось, что при внутрипластовом горении мы не только теряем часть нефти, но также теряем и ценные попутные компоненты, содержащиеся в ней (потери ванадия составляют при этом процессе от 36 до 75%). При закачке теплоносителя потери ценных компонентов не превышали 10–15%.

3. Горизонтальные скважины

В 1970-е гг. теоретические исследования, проведенные по инициативе компаний IPR и Elf позволили сделать вывод, что ГС могут быть реальной альтернативой, обеспечивающей добычу запасов высоковязкой нефти. Первым результатом этих исследований и применения технологии горизонтального бурения на практике стала экономически эффективная добыча высоковязкой нефти (300 мПа·с) из трещиноватого коллектора карстовых известняков месторождения Rospo Mare в Адриатическом море.

В другом случае канадская нефтяная компания CS Resources Limited стала инициатором применения новой технологии горизонтального бурения в Канаде. С 1988 по 1997 г. компания использовала эту технологию при разработке тонких пластов и в пластах, осложненных присутствием подошвенной или краевой воды. Основная концепция повышения добычи тяжелой нефти с помощью горизонтальных скважин в тонких пластах была продемонстрирована на месторождении Pelican Lake.

Сегодня горизонтальные скважины в Канаде используются в проектах по добыче высоковязких нефтей как при закачке теплоносителя, так и при естественных режимах (технология «холодной» добычи — СНОР). Ниже в нашем анализе рассмотрены патенты только с использованием технологии «СНОР». Результаты представлены на рис. 2

Анализируя графики, можно сделать следующий вывод, что в последнее время всё больше внимания уделяется разработке месторождений высоковязких нефтей с помощью горизонтальных скважин, как при закачке теплоносителя, так и с применением технологии «холодной» добычи — СНОР;

4. Термошахтный способ добычи

Термошахтный способ добычи является одним из первых тепловых методов добычи высоковязкой нефти. Хорошие результаты получены на опытном участке Ярегского месторождения. Закачка пара



Рис. 3 — Технологии, связанные с использованием термошахтного способа добычи высоковязких нефтей

применяется здесь при шахтной разработке для уникальной нефти с вязкостью 10000–20000 мПа*с. Себестоимость добычи этой нефти с помощью пара, вдвое ниже, чем в целом по Ярегскому нефтешахтному управлению. Сейчас около 80% нефти в нефтешахтах добывается с использованием закачки теплоносителя.

Нефтеотдача на опытном участке увеличилась с 6 до 39%. Достижение таких результатов на всем месторождении равнозначно открытию нового крупного нефтяного месторождения. На рис. 3 представлена динамика патентования технологий связанных с использованием термошахтного способа добычи высоковязких нефтей по годам.

Анализируя графики, можно сделать следующие выводы: в виду того, что основная часть залежей тяжелой нефти встречаются на относительно не больших глубинах (от 300 метров и до 1,5 километра), в России продолжается развитие технологий, связанных с термошахтным способом добычи;

5. Скважинные нагреватели и другие устройства

В разработке месторождений высоковязкой нефти в последнее время не последнее место занимает использование различных скважинных устройств. Специфика многих месторождений подразумевает их использование, так как дебиты скважин без их использования слишком низкие, в том числе по причинам: выпадение парафина или АСПО, а также наличия многолетних мерзлых пород. Исходя из этого, скважинные устройства довольно популярны при добыче высоковязкой нефти. В период с 1986 по 2011 год было зарегистрировано около 57 патентов, связанных с различными скважинными устройствами. В основном это скважинные нагреватели и их различие заключается лишь в особенностях

конструкции. Большинство скважинных нагревателей исключают непосредственный контакт теплоносителя с продукцией скважины, а их применение направлено на повышение эффективности прогрева добываемой продукции непосредственно в скважине и сокращение затрат на подготовку теплоносителя. На рис. 4 представлена динамика патентования технологий связанных с изобретением скважинных устройств по годам.

Анализируя графики, можно сделать следующий вывод, что использование скважинных устройств, при добыче высоковязких нефтей остается довольно актуальной темой и в настоящее время. Интерес к развитию данных технологий не ослабевает на протяжении исследуемого периода патентования, как в СССР и России, так и во всем мире.

6. Другие технологии данной области (в том числе комбинированные и инновационные)

В последние годы, ввиду специфики ряда месторождений, высоковязкой нефти проявился интерес к таким технологиям, как:

- технологии, предусматривающие объединение нескольких основных способов добычи (закачка теплоносителя, горизонтальные скважины и т.д.);
- электротепловое воздействие на пласт. Технология разогрева нефти за счет выделения омического тепла при прохождении по пласту сильных электрических токов.
- микробиологические методы разработки месторождений высоковязкой нефти. Технология предусматривает закачку бактерий, адаптированных к условиям месторождения, вместе с продуктом их питания (меласса).

Возникающее при этом снижение поверхностного натяжения на границе вода–нефть и образование новых фильтрационных каналов при реакции, вырабатываемых бактериями, органических кислот с породой, обеспечиваются условия для лучшего вытеснения высоковязкой нефти.

- волновое и акустическое воздействие на пласт в комбинации с тепловыми методами. Обеспечивает повышение эффективности теплового воздействия и снижение энергозатрат.
- технологии, обеспечивающие повышение углеводородоотдачи за счёт восстановления подвижности вязкой составляющей нефти. Разработку залежи ведут по участкам разработки с размещением скважин с источниками гидроимпульсного депрессионно-репрессионного воздействия на забое скважин по углам участка и источников вибросейсмического воздействия с дневной поверхности на участке разработки.

На рис. 5 представлена динамика патентования, как имеющих свое частое применение, так и инновационных технологий разработки месторождений высоковязких нефтей по годам.

Анализируя графики, можно сделать следующий вывод, что Россия является лидером в создании инновационных технологий в области разработки месторождений высоковязкой нефти, таких как электротепловое, волновое, акустическое, гидроимпульсное воздействие на пласт и др.

Итоги

Выявлены наиболее перспективные методы в области разработки месторождений высоковязких нефтей.

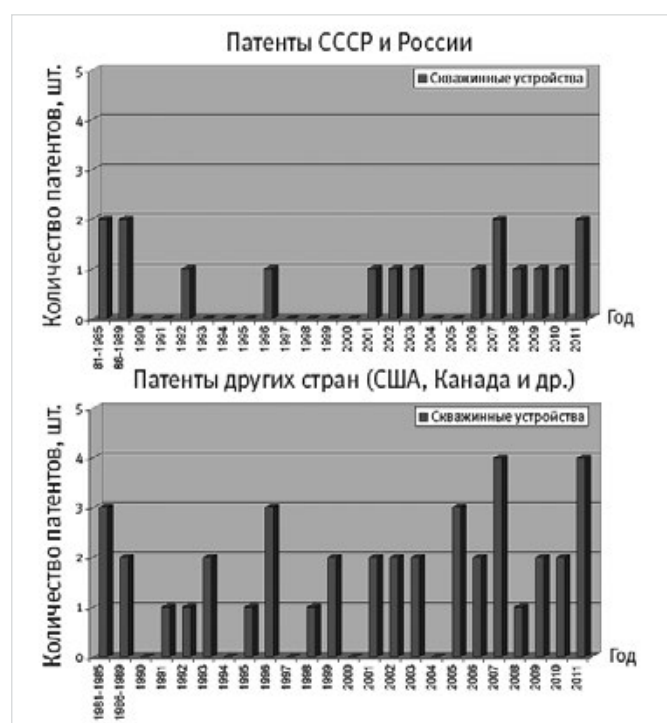


Рис. 4 — Технологии, связанные с использованием скважинных устройств

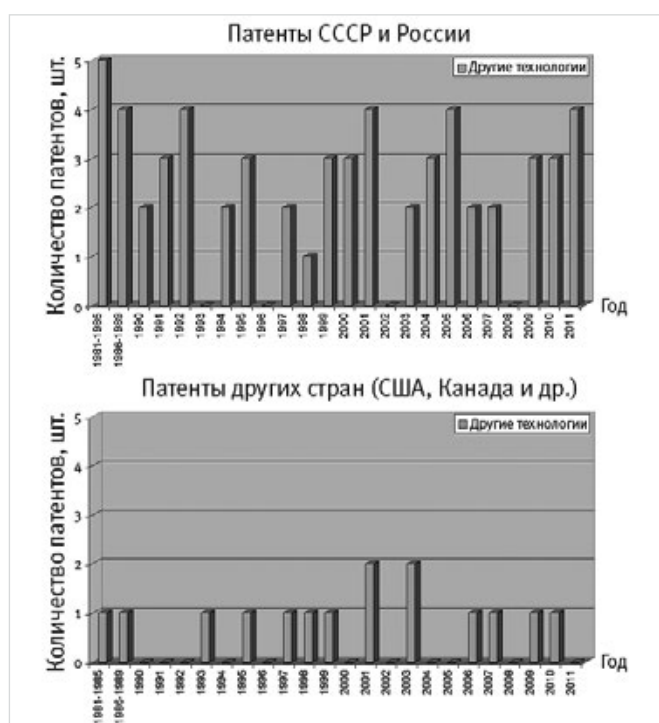


Рис. 5 — Технологии, связанные с использованием инновационных технологий

Выводы

В настоящее время, предпочтение в развитии технологий в области разработки месторождений высоковязких нефтей, отдается использованию горизонтальных скважин с закачкой теплоносителя, как в теории, так и на практике. Также хорошей перспективой обладают сравнительно новые технологии в области добычи высоковязких нефтей, которые по мнению их авторов обладают

значительными преимуществами в технологическом и в экономическом аспектах по сравнению с традиционными термическими методами. Однако, свойственная всем новым технологиям ограниченность практического внедрения пока не позволяет комбинированным и инновационным технологиям использовать весь свой потенциал.

Обращает на себя внимание практически полная потеря интереса к патентованию

в области технологии внутрипластового горения.

Несмотря на кажущуюся очевидность выводов проведенного анализа, важно подчеркнуть, что в зависимости от геологического строения и условий залегания запасов высоковязкой нефти, климатических и других условий, в каждом конкретном случае технология разработки может быть индивидуальной.

ENGLISH

OIL PRODUCTION

Analysis of promising technologies in the development of heavy oil deposits based on russian and international patents

UDC 622.276

Authors:

Igor' I. Efremov — postgraduate, head of hydrodynamics and design systems development[†]; iiEfremov@cge.ru

[†]JSC "CGE", Moscow, Russian Federation

Abstract

Identify the most promising technologies in the development of heavy oil deposits by analysis of the patent situation in Russia and abroad. For definition of the patent situation is put statistical analysis of patent documentation relating to the subject of patent research: "Methods of production of hard-and non-conventional hydrocarbons (kerogen, bitumen, heavy and high viscosity oil)". Statistical analysis of the patent literature

is an additional source of information on technical and technological conjuncture in the industry.

Materials and methods

Statistical studies based on russian and international patents.

Results

Identify the most promising methods in the development of high-viscosity oil field.

Conclusions

At present, the preference in the development of technologies

in the field of high-viscosity oil, is given to the use of horizontal wells with thermal methods, both in theory and in practice. Also have a good prospect relatively new technology in the production of highly viscous oil, which in the opinion of the authors have significant advantages in the technological and economic aspects over conventional thermal methods.

Keywords

highly viscous oil, the analysis of patents, patent statistics, the development of fields



ОАО "СУРГУТНЕФТЕГАЗ"
окружной выставочный центр
* ЮГОРСКИЕ КОНТРАКТЫ *

XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СУРГУТ.НЕФТЬГАЗ

11 - 13 сентября 2013г.

(3462) 52-00-40, 32-34-53, 32-04-32,
e-mail: expo@wsmail.ru, www.yugcont.ru