УДК 622.276.66

канд. хим. наук, доцент Баймаханов Г.А.,
бакалавр Курмангазы Ж., магистрант Шакирзянов Р.
КазНИТУ им. К.И Сатпаева, Казахстан, Алматы,
Galymbek01@rambler.ru

Анализ технологии добычи высоковязкой нефти

Основной проблемой на месторождении по добыче нефти является трудноизвлекаемые запасы. В статье рассмотрены классификации нефтеотдачи разными методами. Проведен анализ технологий извлечения тяжелых нефтей и природных битумов. В частности, одной из широко используемых методик увеличения нефтеотдачи являются холодная добыча тяжелой нефти вместе с песком.

Ключевые слова: добыча нефти, тяжелая нефть, высоковязкая нефть.

Мұнай кен орындарында өндіру кезіндегі негізгі проблема ауыр алынатын мұнайлар. Мақалада мұнай өндірудің түрлі әдістерін жіктеуін қарастырған. Ауыр мұнай мен табиғи битумның өндіру технологиясын талдауы жүргізілген. Атап айтқанда, қабаттардың мұнай беруін арттыру кеңінен қолданылатын әдістердің бірі ауыр мұнайды суық құммен шығарып өндіру болып табылады.

Түйінді сөздер: мұнай, ауыр мұнай, жоғары тұтқыр мұнай.

The main problem in the field of oil for mining is as reserves. The article deals with the classification of oil by different methods. The analysis of the extraction technology of heavy oil and natural bitumen. In particular, one of the widely used methods enhanced oil recovery are cold heavy oil production with sand.

Keywords: oil, heavy oil, highly viscous oil.

Тяжелые нефти и газовые гидраты в условиях истощения традиционных энергетических ресурсов приобретают все большее значение в мировой экономике. Особое значение они имеют и в России, где месторождения легкой нефти выработаны более чем наполовину, и одновременно - действующие и потенциальные переработчики в большинстве случаев не имеют прямого доступа к ресурсам. Операционные затраты по добыче тяжелой нефти и природных битумов в 3-4 раза превосходят затраты на добычу легкой нефти, что связано не только с более высокой плотностью и вязкостью тяжелых нефтей, но и с недостаточной развитостью технологии ее добычи и переработки в нашей стране. Тяжелые нефти и природные битумы характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, смолистоасфальтеновых веществ, высокой концентрацией металлов и сернистых соединений, высокими значениями плотности и вязкости, повышенной коксуемостью, что приводит к высокой себестоимости добычи, практически невозможной транспортировке по существующим нефтепроводам и нерентабельной, по классическим схемам, нефтепереработке /1/ .

Добыча тяжелых высоковязких нефтей при помощи технологий для обычных нефтей ведет к низкой нефтеотдаче и потере ценных попутных компонентов, что оборачивается недополученной прибылью и наносит вред экологии. Доведение исходного сырья до требуемого качества достигается разбавлением более легкой нефтью или переработкой до получения так называемой синтетической нефти. Иногда для транспортировки тяжелых высоковязких нефтей строятся специальные трубопроводы с подогревом, что также увеличивает издержки производства. Разработка и внедрение новой технологии разработки высоковязких нефтей и природных битумов - проблема довольно узкая и, наверное, эта технология последние 10 лет развивается интенсивно, что в ближайшие 20-25 лет она будет одной из основных технологий разработки основных объемов добычи нефти в России.

Сегодня запасы у нас катастрофически уменьшаются и увеличиваются запасы высоковязких нефтей и природных битумов. Кроме того, у нас огромные запасы разных нетрадиционных углеводородов, таких как сланцевая нефть, так называемая "недозрелая нефть" в том числе и матричная нефть, т.е существует масса видов нефти, которая сегодня не разрабатывается. В основном они залегают в так называемых слабопроницаемых коллекторах. Канадские природные битумы. В 2011 г. более 43% от мировой добычи нетрадиционной нефти составили канадские природные битумы, объем производства которых достиг 80 млн т. Основными районами добычи в Канаде являются месторождения Atabaska, Gold Lake, Peace River на территории провинции Альберта.

На сегодняшний день известно достаточно много технологий извлечения тяжелых нефтей и природных битумов, которые на практике доказали свою эффективность: это циклическая закачка пара (Cyclic Steam Stimulation – CSS), парогравитационный метод дренирования (Steam–Assisted Gravity Drainage – SAGD), холодная добыча (Cold heavy–oil production with sand – CHOPS), извлечение растворителями в парообразном состоянии (Vapor Extraction – VAPEX), процесс с добавлением растворителя (Solvent Aided Process – SAP), комбинации внутрипластового горения и добычи нефти из горизонтальной скважины (Toe to Heel Air Injection – THAI), новая технология CAPRI (CAtalytic upgrading PRocess In–situ) на базе THAI, предполагающая использование катализаторов окисления. По запасам углеводородного сырья в общем показано на рисунке 1.

Рисунок 1. Запасы углеводородного сырья

Все эти проблемы видно на рисунке. Если традиционные ресурсы нефти и газа это примерно 103 млрд тонн, то дальше больше. Газы и нефти в плотных формациях и проницаемых коллекторах еще на порядок больше. И еще на порядок больше водорастворенные газы континентов и еще больше это газогидраты. Методы разработки высоковязкой нефти представлены на рисунке 2.

В настоящее время используются разнообразные методы разработки месторождений природных битумов, применимость которых обусловливается геологическим строением и условиями залегания пластов, физико–химическими свойствами пластового флюида, состоянием и запасами углеводородного сырья, климатогеографическими условиями, наличием инфраструктуры и другими факторами. Наиболее популярными являются добыча карьерным способом и тепловые методы добычи /2/.

При карьерном методе разработки насыщенная битумом порода извлекается открытым способом, в связи с чем возможность применения этого метода ограничивается глубиной залегания пластов до 75 м. Карьерным способом могут быть добыты менее 40% запасов канадских природных битумов. После извлечения породы требуется проведение

дополнительных работ по получению из нее синтетических углеводородов (на установках апгрейдерах).

Рисунок 2. Методы разработки высоковязкой нефти

Наиболее перспективным тепловым методом разработки месторождений канадских природных битумов считается технология SAGD, разработанная британской нефтегазовой компанией BP (Beyond petroleum, до мая 2001 г. компания носила название British Petroleum). Технология SAGD предусматривает бурение двух горизонтальных скважин, расположенных параллельно одна над другой, через нефтенасыщенные толщины вблизи подошвы пласта. Пар, получаемый при помощи природного газа, нагнетается в одну из скважин, которая проходит примерно в 5 м выше добывающей скважины. Пар нагревает и снижает вязкость битума, который вместе с конденсированным паром стекает в добывающую скважину. Поскольку нефть всегда находится в контакте с высокотемпературной паровой камерой, потери тепла минимальны, что делает этот способ разработки экономически выгодным /3/.

Нефтяные пески успешно разрабатывают в Канаде с 60-х годов прошлого века. Сегодня примерно половина нефти добываемой в этой стране приходиться на нефтяные пески. Под нефтяным песком, на самом деле, подразумевается смесь песка, воды, глины, тяжелой нефти и природного битума. Выделяют три нефтяных региона в Канаде со значительными запасами тяжелой нефти и природного битума. Это Athabasca, о котором многие наверняка слышали, Peace River и Cold Lake. Все они находятся в провинции Альберта. Согласно прогнозу МЭА, Канада в перспективе будет одним из драйверов роста добычи нетрадиционной нефти. В период 2011–2035 гг. добыча канадских битуминозных песков вырастет в 2,7 раза, что позволит компенсировать падающую добычу традиционной нефти в стране. При условии решения экологических проблем и обеспечения необходимой трубопроводной инфраструктурой предполагается, что канадская нефть будет экспортироваться на рынок США и азиатские рынки.

Кроме углеводородов тяжелые нефти содержат нафтеновые кислоты, сульфокислоты, простые и сложные эфиры, а также редкие цветные металлы в кондиционных концентрациях. В тяжелых высоковязких нефтях содержатся и такие уникальные компоненты, как нафтеновые кислоты, сульфокислоты, простые и сложные эфиры, которые можно извлечь при переработке по специальной схеме. Стоимость этих компонентов в

объеме товарной продукции, получаемой в результате переработки, может превосходить стоимость нефтепродуктов. Таким образом, для повышения экономической эффективности освоения тяжелых высоковязких нефтей необходимы современные технологии, позволяющие расширить ассортимент товарной продукции, получаемой при добыче и переработке этого сырья.

Вязкость нефти выражается градусах по шкале АНИ, тогда плотность нефти > 0.93 (21° АНИ), плотность сверхвязкой нефти > 1.00 (10° АНИ), а битум – это «тяжелая» нефть, которая в пластовых условиях обладает практически нулевой текучестью. Основные залежи ТН в южном регионе Прикаспийского бассейна и второстепенные – в бассейне Устюрта. К технологии холодной добычи относятся: вертикальные скважины; горизонтальные скважины; многоствольные скважины; заводнение; комбинированная добыча «тяжелой» нефти с песком (CHOPS); вытеснение смешиваемым/несмешиваемым газом. Технологии снижения вязкости состоят из следующих частей: горячее заводнение; циклическая паростимуляция; вытеснение нефти паром; гравитационное дренирование с паровым воздействием (SAGD); растворитель; внутрипластовое горение; снижение вязкости в пласте. Также можно стимулировать добычу битума шахтным способом, что включает следующие процедуры: открытая разработка; применяется при толщине перекрывающей породы до 75 м; первичная переработка битума осуществляется на промысле, с последующим облагораживанием; программа работ включает и рекультивацию участков.

Территория Казахстана богата «нетрадиционными» нефтяными месторождениями, различающимися по уровню загрязнений и трудностей при добыче и эксплуатации. Характер разработки этих нефтяных запасов — от выбора месторождений до экологического контроля - неизбежно окажет влияние и на ситуацию в самом Казахстане, и на весь мир. Результаты разработки месторождений тяжелой высоковязкой нефти в Казахстане пока не внушают особого оптимизма. Требуется дальнейшее совершенствование технологий и оборудования для повышения эффективности добычи. В то же время потенциал к снижению себестоимости добычи тяжелой нефти есть, и многие компании готовы принимать в ее добыче активное участие. Серьезной проблемой является также то, что для перекачки как легкой, так и тяжелой нефти используется одна система трубопроводов, что приводит к ухудшению качества всей перекачиваемой нефти. Операционные затраты по добыче тяжелой нефти и природных битумов в 3-4 раза превосходят затраты на добычу легкой нефти, что связано не только с более высокой плотностью и вязкостью тяжелых нефтей, но и с недостаточной развитостью технологии ее добычи и переработки в нашей стране /4-6/.

Поскольку в Казахстане после Тенгиза не ожидается открытия других материковых высокодебитных месторождений, в перспективе предстоит осваивать лишь морские месторождения, что связано с большими инвестиционными и эксплуатационными расходами. На суше многие казахстанские месторождения находятся в эксплуатации уже достаточно длительное время и являются малодебитными. На этих месторождениях систематически снижается добыча нефти, ухудшаются условия эксплуатации скважин, растут потребности в капитальных вложениях, непрерывно удорожается добыча одной тонны нефти. Нефть месторождений полуострова Бузачи, особенно Каражанбаса и месторождения Северный Бузачи, характерна высокой вязкостью, большой смолистостью при значительном содержании сернистых соединений. Традиционными методами, т. е методами, которые относятся к первым и вторым этапам разрабатывать залежь трудно. На месторождении Каражанбас основными факторами, осложняющими эксплуатацию действующего добывающего фонда скважин кроме высокой вязкости являются: высокая обводненность и большое содержанием механических примесей (песка) в продукции скважин. Проблема с обводненностью добываемой продукции скважин возникла с начала разработки месторождения. Для решения проблем высоковязкой нефти и с выносом песка, в настоящее время, для месторождений с тяжёлой нефтью, разработаны и применяются новые технологии, не ограничивающие вынос песка на забой скважины (CHOPS – технология «холодной» добычи тяжелой нефти с добычей песка).

Разработка месторождений с высокой вязкостью очень сложно. Холодная добыча представляет собой нетрадиционный способ первичной добычи, при котором песок специально извлекают вместе с нефтью, водой и газом. Он реализуется в вертикальных, наклонных или наклонно-направленных скважинах с применением винтового насоса кавитационного типа. Темп добычи существенно улучшается по сравнению с традиционным способом первичной разработки не менее чем на порядок. Коэффициенты отдачи также зачастую выше, обычно в диапазоне 8—15 % от первоначальных геологических запасов, согласно рисунку 3.

Холодная добыча стала лучшим выбором для разработки нефтяных месторождений с наиболее высокой вязкостью в мире, в особенности в Канаде. Существует большое количество данных, указывающих на то, что при добыче песка образуются длинные каналы с увеличенной проницаемостью («червоточины»), которые разрастаются из скважины внутрь нефтеносного пласта на расстояния от 200 м и более Основным свойством данного способа является образование и закачивание в червоточины вспененной нефти, по мере того как они разрастаются внутрь нефтеносного пласта. «Червоточины» обеспечивают улучшенный доступ к пласту. К числу преимуществ холодной добычи относится и успех этого способа при использовании на очень тонких песчаных пластах, в зонах с эффективной мощностью пласта всего 2 м. Практический опыт привел к появлению оптимальных принципов эксплуатации, используемых в самых разнообразных полевых условиях: довольно быстрое первоначальное снижение давления в пласте (за период от нескольких недель до нескольких месяцев), после которого сохраняется очень низкое давление в призабойном пространстве (предпочтительно менее 5 слоев жидкости). Дебит песка, 0,2-0,3% добываемой жидкости, меньше на типичных канадских месторождениях. Такие объемы песка легко обрабатываются при стандартных режимах работы глубинных насосов. Промысловые данные со скважин месторождения Каражанбас так же свидетельствуют об увеличении продуктивности скважин при применении метода добычи с выносом пластового песка в 3-6 раз по сравнению с показателями при применении методов ограничивающих вынос пластового песка, что говорит о значимости режима выноса пластового песка Вынос пластового песка – это необходимый и выгодный аспект при добыче высоковязкой каражанбасской нефти /7/.

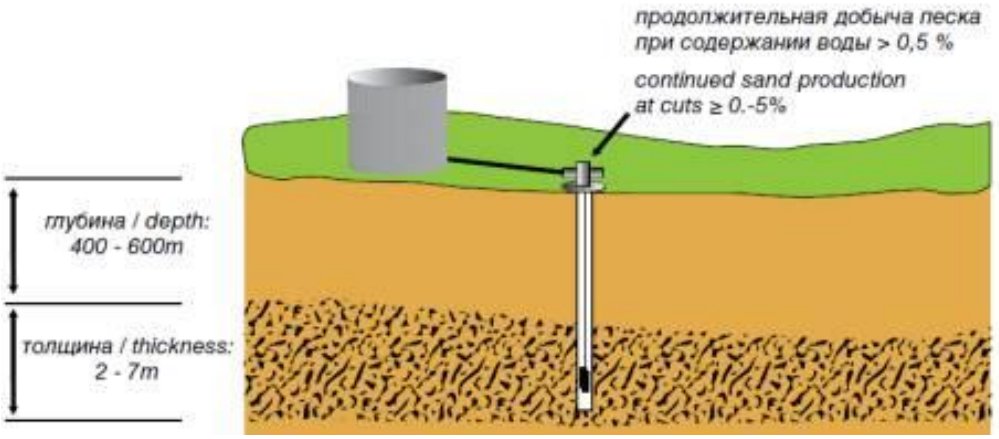


Рисунок 3. Метод холодной добычи нефти

В течение 12-18 месяцев достигается уровень общей добычи 30.000 т., и скважины продолжают работать с хорошими дебитами по прошествии 18-30 месяцев. Обводненность остается на приемлемом уровне, и приток воды не препятствует экономически выгодной добыче нефти. Метод добычи тяжелой нефти с выносом пластового песка позволяет избежать расходов связанных с производством пара, и предоставляет возможность разрабатывать тонкие нефтенасыщенные пласты, которые иначе невозможно было бы

эксплуатировать какими-либо термическими или традиционными методами добычи. Месторождение Каражанбас обладает многими характеристиками, благоприятными для применения метода «холодной» добычи с песком.

Например, неглубокое залегание нефтенасыщенных пластов, состоящих главным образом из песчаника с большой пористостью, и резервуар содержит тяжелую нефть с растворенным CH4. Отсутствуют активные подошвенные воды, продуктивные зоны гомогенны в целесообразной степени, нефтенасыщенность высокая, и отсутсвуют мобильные полоски воды. Такой метод сопряжен с добычей большого количества песка из слабосцементированного коллектора, что в свою очередь приводит к существенному увеличению объема добычи нефти. Если при обычном режиме дебит составляет 2 - 5 тонн в сутки, то за счет применения холодного метода эта цифра может легко увеличиться до 10 - 15 тонн в сутки. Напротив, обычные методы первичного извлечения нефти (низкий дебит жидкости, высокий динамический уровень и установка насоса выше интервала перфорации) не вызывают высокого извлечения песка и поддерживают эксплуатационные затраты на небольшом уровне, хотя в то же время не позволяют многим скважинам работать с максимально возможными для них дебитами. Промысловые наблюдения на месторождении Каражанбас свидетельствуют о том, что эксплуатация скважин с использованием винтовых насосов позволяет создавать значительные депрессии и получать высокие дебиты нефти, на поверхность извлекается газожидкостная смесь с песком.

Таким образом, в условиях истощения запасов традиционной легкодоступной нефти, необходимо все больше развивать технологии освоения такого источника углеводородного сырья, как битуминозная нефть. Казахстан обладает огромным потенциалом в этой области, но это требует огромных капиталовложений, к которым не все отечественные нефтедобывающие компании пока готовы. Для увеличения добычи «тяжелой» нефти необходимо дальнейшее совершенствование технологий и стимулирование налоговой политики страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный портал. Режим доступа: http://vseonefti.ru/neft/tyazhelye-nefti-Rossii.html
2. Глушкова А.С., Файзуллин Р.В. Методика оценки внутристранового объема потребления нефти // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2013. - №10. С.36-40
3. Современные методы повышения нефтеотдачи пластов // Сб. научн. трудов. - М : Наука. - 1992. - 136 с.
4. Анализ разработки месторождения Каражанбас. Миннибаева С.Б., Чеботарев С.Ю. и др. Отчет ТОО «Каспиан энерджи ресерч» по договору 006/03, Фонд ОАО «Каражанбасмунай», 2003. об.стр. -220
5. Повышение эффективности процесса регулирования разработки нефтяных месторождений. Айткулов А.У. М.: ВНИИОЭНГ, 2000 г. об. – 273 стр.
6. Калешева Г. Е. Развитие технологии добычи высоковязкой нефти на месторождении Каражанбас // Молодой ученый. — 2015. — №9. — С. 446-451.
7. CHOPS (Cold Heavy Oil Production with Sand) Development Strategy for the Karazhanbasmunai Joint Venture, Aktau Province, Kazakhstan, Maurice B. Dusseault, University of Waterloo Ph.D., P.Eng. Prepared for Karazhanbasmunai Joint Venture October 2003 page vol.- 422 p.

Баймаханов Г.А., Курмангазы Ж., Шакирзянов Р.
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Зерттеу Университеті, Қазақстан, Алматы
Galymbek01@rambler.ru

Жоғары тұтқырлы мұнайды өндіру технологиясын талдау

Мұнай кен орындарында өндіру кезіндегі негізгі проблема ауыр алынатын мұнайлар. Мақалада мұнай өндірудің түрлі әдістерін жіктеуін қарастырған. Ауыр мұнай мен табиғи битумның өндіру технологиясын талдауы жүргізілген. Атап айтқанда, қабаттардың мұнай беруін арттыру кеңінен қолданылатын әдістердің бірі ауыр мұнайды суық құммен шығарып өндіру болып табылады.

Түйінді сөздер: мұнай, ауыр мұнай, жоғары тұтқыр мұнай.

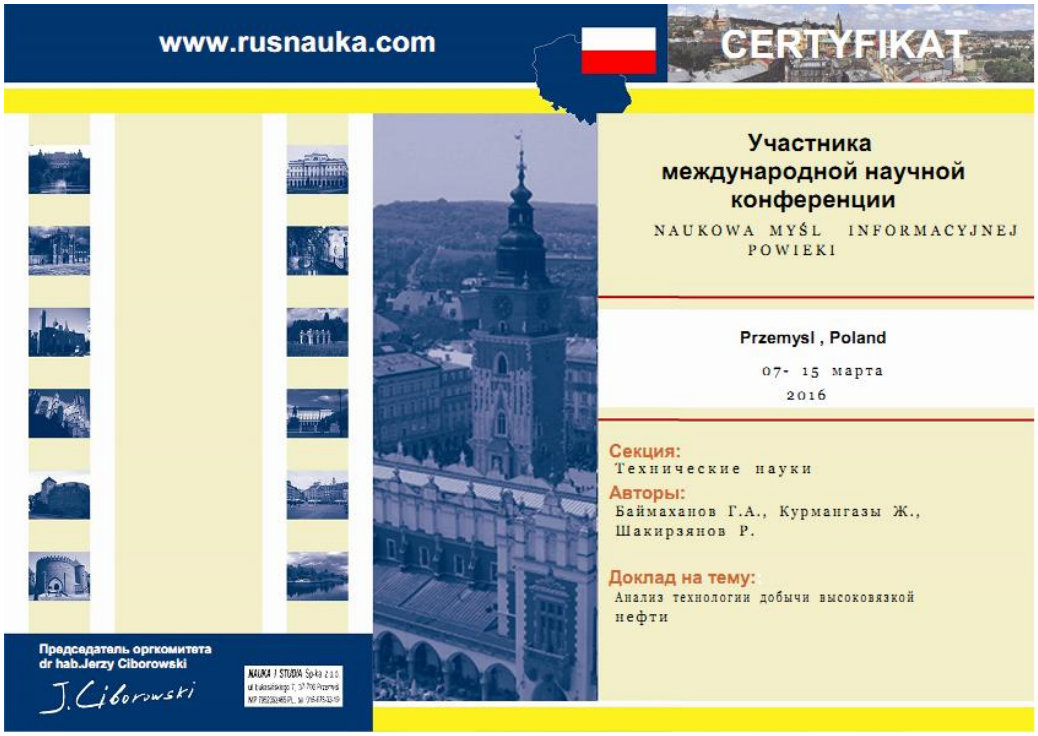
Baimakhanov G.A., Kurmangazy Zh., Shakirzyanov R.
Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty
Galymbek01@rambler.ru

Analysis of heavy oil production technology

Abstract. The main problem in the field of oil for mining is as reserves. The article deals with the classification of oil by different methods. The analysis of the extraction technology of heavy oil and natural bitumen. In particular, one of the widely used methods enhanced oil recovery are cold heavy oil production with sand.

Keywords: oil, heavy oil, highly viscous oil.

208998 :::: Ваша статья Анализ технологии добычи высоковязкой нефти опубликована , высылаем диплом участника и электронный вариант сборника Добрый день ,Баймаханов Г.А., Курмангазы Ж., Шакирзянов Р.
Это письмо было отправлено автоматически
Ваша статья ,Анализ технологии добычи высоковязкой нефти, регистрационный номер 208998 опубликована
В сборнике трудов конференции (научном журнале) ,Научная мысль информационного века
Высылаем ее электронный вариант ,http://www.ukrnauka.ru/2016_NMIW/2016-03-15_A4_tom-13.pdf
Высылаем диплом участника конференции ,http://www.warmdax.com/Diploms/208998.pdf
Дата подписания к печати ,2016-03-15
Сборники будут высылаться заказными письмами через две недели
Бумажный вариант будет высылаться на адрес ,Курмангазы Жанибек Курмангазыулы , A15H9H1, улица Жарокова ,дом 215а, кв 23 , 050057
Если данный адрес не указан или указан неправильный , просим уточнить его, перейдя по гиперссылкеhttp://www.rusnauka.org/cgi-bin/new_gold/new_gold_address_1.cgi?idw=JToSytX8wkU_nXx3cT&;id=208998
С уважением!
Редакция
http://www.ukrnauka.ru/2016_NMIW/2016-03-15_A4_tom-13.pdf
http://www.warmdax.com/Diploms/208998.pdf
http://www.rusnauka.org/cgi-bin/new_gold/new_gold_address_1.cgi?idw=JToSytX8wkU_nXx3cT&;id=208998



MATERIAŁY

XII MIĘDZYNARODOWEJ NAUKOWI-PRAKTYCZNEJ KONFERENCJI

«NAUKOWA MYŚL INFORMACYJNEJ POWIEKI - 2016»

07 - 15 marca 2016 roku

Volume 13
Techniczne nauki

Przemyśl
Nauka i studia
2016

72

Wydawca: Sp. z o.o. «Nauka i studia»

Redaktor naczelna: Prof. dr hab. Sławomir Górniak.

Zespół redakcyjny: dr hab.Jerzy Ciborowski (redaktor prowadzący), mgr inż. Piotr Jędrzejczyk, mgr inż Zofia Przybylski, mgr inż Dorota Michałowska, mgr inż Elżbieta Zawadzki, Andrzej Smoluk, Mieczysław Luty, mgr inż Andrzej Leśniak, Katarzyna Szuszkiewicz.
Redakcja techniczna: Irena Olszewska, Grażyna Klamut.
Dział sprzedaży: Zbigniew Targalski

Adres wydawcy i redacji:
37-700 Przemyśl , ul. Łukasińskiego 7
tel (0-16) 678 33 19
e-mail: praha@rusnauka.com

Druk i oprawa:
Sp. z o.o. «Nauka i studia»

Cena 54,90 zł (w tym VAT 22%)

Materiały XII Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji «Naukowa myśl informacyjnej powieki - 2016» Volume 13. Techniczne nauki. : Przemyśl. Nauka i studia - 72 str.

W zbiorze ztrzymają się materiały XII Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji «Naukowa myśl informacyjnej powieki - 2016». 07 - 15 marca 2016 roku po sekcjach: Techniczne nauki.

Wszelkie prawa zastrzeżone.
Żadna część ani całość tej publicacji nie może być bez zgody Wydawcy – Wydawnictwa Sp. z o.o. «Nauka i studia» – reprodukowana, Użyta do innej publikacji.

ISBN 978-966-8736-05-6

© Kolektyw autorów, 2016
© Nauka i studia, 2016

SPIS

TECHNICZNE NAUKI

MECHANIKA

Әнуар Тәжібайұлы, Асан Шукеев Күріш ауыспалы егістігінде Роторлы техникалық құрылғымен тұқым себер алдында топырақ өңдеудің экономикалық тиімділігі 3

BRANZOWE BUDOWA MASZYN

Купешарова Г.У., Баданов К.И., Баданова Р.Р. Роль и значение паровой обработки при печати смесовых х/б тканей 9
Медетова У.К., Баданов К.И., Баданова Р.Р. Красильное устройство для повышения качества окраски шерсти 13

TRANSPORT

Коротаев А.А., Новопашин Л.А. Анализ факторов, влияющих на износ цилиндро-поршневой группы дизельных двигателей 20
Байбеков Р.А., Рылякин Е.Г. Конструкция стенда для вывешивания колес автомобиля 25
Биттер А.В., Рылякин Е.Г. Мобильная цистерна для перевозки жидких пищевых продуктов 28

ENERGETYKA

Баймаханов Г.А. Анализ технологии добычи высоковязкой нефти 30
Bykova O.V., Dyakov I.A. Protection from single phase earth fault in networks 6-35 kv 38

ELEKTROTECHNIKA I RADIOELEKTRONIKA

Джанузакова Р.Д., Амангелды К. Применение метода двух точек для измерения затухания сигнала в пассивных элементах волс 41
Джанузакова Р.Д., Маханбетжанов Д. Использование метода обрыва для измерения затухания оптического волокна 44
Джанузакова Р.Д., Амангелды К. Измерение потерь в световоде оптического волокна методом двух точек 48
Alkina A.D. The advantages of using fiber – optic sensors in constructing of modern information measuring and of diagnostic systems 50

ENERGETYKA

Канд. хим. наук, доцент Баймаханов Г.А.,
бакалавр Курмангазы Ж., магистрант Шакирзянов Р.
КазНИТУ им. К.И Сатпаева, Казахстан, Алматы,

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ

Основной проблемой на месторождении по добыче нефти является трудноизлекаемые запасы. В статье рассмотрены классификации нефтеотдачи разными методами. Проведен анализ технологий извлечения тяжелых нефтей и природных битумов. В частности, одной из широко используемых методик увеличения нефтеотдачи являются холодная добыча тяжелой нефти вместе с песком.

Ключевые слова: добыча нефти, тяжелая нефть, высоковязкая нефть.

Мұнай кен орындарында өндіру кезіндегі негізгі проблема ауыр алынатын мұнайлар. Мақалада мұнай өндірудің түрлі әдістерін жіктеуін қарастыраан. Ауыр мұнай мен табиғи битумның өндіру технологиясын талдауы жүргізілген. Атап айтқанда, қабаттардың мұнай беруін арттыру кеңінен қолданылатын әдістердің бірі ауыр мұнайды суық құммен шығарын өндіру болып табылады.

Түйінді сөздер: мұнай, ауыр мұнай, жоғары тұтқыр мұнай.

The main problem in the field of oil for mining is as reserves. The article deals with the classification of oil by different methods. The analysis of the extraction technology of heavy oil and natural bitumen. In particular, one of the widely used methods enhanced oil recovery are cold heavy oil production with sand.

Keywords: oil, heavy oil, highly viscous oil.

Тяжелые нефти и газовые гидраты в условиях истощения традиционных энергетических ресурсов приобретают все большее значение в мировой экономике. Особое значение они имеют и в России, где месторождения легкой нефти выработаны более чем наполовину, и одновременно – действующие и потенциальные переработчики в большинстве случаев не имеют прямого доступа к ресурсам. Операционные затраты по добыче тяжелой нефти и природных битумов в 3-4 раза превосходят затраты на добычу легкой нефти, что связано не только с более высокой плотностью и вязкостью тяжелых нефтей, но и с недостаточной развитостью технологии ее добычи и переработки в нашей стране. Тяжелые нефти и природные битумы характеризуются высоким содержанием ароматических углеводородов, смолистоасфальтеновых веществ, высокой концентрацией металлов и сернистых соединений, высокими значениями плотности и вязкости, повышенной коксуемостью, что приводит к высокой себестоимости добычи,

практически невозможной транспортировке по существующим нефтепроводам и нерентабельной, по классическим схемам, нефтепереработке /1/ .

Добыча тяжелых высоковязких нефтей при помощи технологий для обычных нефтей ведет к низкой нефтеотдаче и потере ценных попутных компонентов, что оборачивается недополученной прибылью и наносит вред экологии. Доведение исходного сырья до требуемого качества достигается разбавлением более легкой нефтью или переработкой до получения так называемой синтетической нефти. Иногда для транспортировки тяжелых высоковязких нефтей строятся специальные трубопроводы с подогревом, что также увеличивает издержки производства. Разработка и внедрение новой технологии разработки высоковязких нефтей и природных битумов – проблема довольно узкая и, наверное, эта технология последние 10 лет развивается интенсивно, что в ближайшие 20-25 лет она будет одной из основных технологий разработки основных объемов добычи нефти в России. Сегодня запасы у нас катастрофически уменьшаются и увеличиваются запасы высоковязких нефтей и природных битумов. Кроме того, у нас огромные запасы разных нетрадиционных углеводородов, таких как сланцевая нефть, так называемая «недозрелая нефть» в том числе и матричная нефть, т.е существует масса видов нефти, которая сегодня не разрабатывается. В основном они залегают в так называемых слабопроницаемых коллекторах. Канадские природные битумы. В 2011 г. более 43% от мировой добычи нетрадиционной нефти составили канадские природные битумы, объем производства которых достиг 80 млн т. Основными районами добычи в Канаде являются месторождения Atabaska, Gold Lake, Peace River на территории провинции Альберта.

На сегодняшний день известно достаточно много технологий извлечения тяжелых нефтей и природных битумов, которые на практике доказали свою эффективность: это циклическая закачка пара (Cyclic Steam Stimulation – CSS), парогравитационный метод дренирования (Steam–Assisted Gravity Drainage – SAGD), холодная добыча (Cold heavy–oil production with sand – CHOPS), извлечение растворителями в парообразном состоянии (Vapor Extraction – VAPEX), процесс с добавлением растворителя (Solvent Aided Process – SAP), комбинации внутрипластового горения и добычи нефти из горизонтальной скважины (Toe to Heel Air Injection – THAI), новая технология CAPRI (CAtalytic upgrading PRocess In–situ) на базе THAI, предполагающая использование катализаторов окисления. По запасам углеводородного сырья в общем показано на рисунке 1.

Все эти проблемы видно на рисунке. Если традиционные ресурсы нефти и газа это примерно 103 млрд тонн, то дальше больше. Газы и нефти в плотных формациях и проницаемых коллекторах еще на порядок больше. И еще на порядок больше водорастворенные газы континентов и еще больше это газогидраты. Методы разработки высоковязкой нефти представлены на рисунке 2.

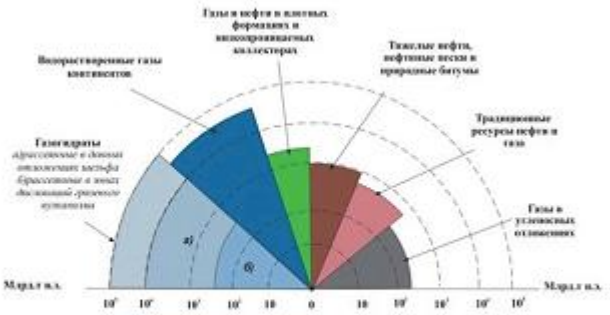


Рисунок 1. Запасы углеводородного сырья

В настоящее время используются разнообразные методы разработки месторождений природных битумов, применимость которых обусловливается геологическим строением и условиями залегания пластов, физико–химическими свойствами пластового флюида, состоянием и запасами углеводородного сырья, климатогеографическими условиями, наличием инфраструктуры и другими факторами. Наиболее популярными являются добыча карьерным способом и тепловые методы добычи /2/.

При карьерном методе разработки насыщенная битумом порода извлекается открытым способом, в связи с чем возможность применения этого метода ограничивается глубиной залегания пластов до 75 м. Карьерным способом могут быть добыты менее 40% запасов канадских природных битумов. После извлечения породы требуется проведение дополнительных работ по получению из нее синтетических углеводородов (на установках апгрейдерах).

Наиболее перспективным тепловым методом разработки месторождений канадских природных битумов считается технология SAGD, разработанная британской нефтегазовой компанией BP (Beyond petroleum, до мая 2001 г. компания носила название British Petroleum). Технология SAGD предусматривает бурение двух горизонтальных скважин, расположенных параллельно одна над другой, через нефтенасыщенные толщины вблизи подошвы пласта. Пар, получаемый при помощи природного газа, нагнетается в одну из скважин, которая проходит примерно в 5 м выше добывающей скважины. Пар нагревает и снижает вязкость битума, который вместе с конденсированным паром стекает в добывающую скважину. Поскольку нефть всегда находится в контакте с высокотемпературной паровой камерой, потери тепла минимальны, что делает этот способ разработки экономически выгодным /3/.

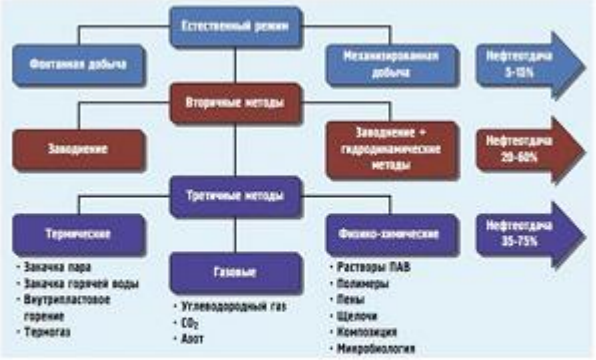


Рисунок 2. Методы разработки высоковязкой нефти

Нефтяные пески успешно разрабатывают в Канаде с 60-х годов прошлого века. Сегодня примерно половина нефти добываемой в этой стране приходиться на нефтяные пески. Под нефтяным песком, на самом деле, подразумевается смесь песка, воды, глины, тяжелой нефти и природного битума. Выделяют три нефтяных региона в Канаде со значительными запасами тяжелой нефти и природного битума. Это Athabasca, о котором многие наверняка слышали, Peace River и Cold Lake. Все они находятся в провинции Альберта. Согласно прогнозу МЭА, Канада в перспективе будет одним из драйверов роста добычи нетрадиционной нефти. В период 2011–2035 гг. добыча канадских битуминозных песков вырастет в 2,7 раза, что позволит компенсировать падающую добычу традиционной нефти в стране. При условии решения экологических проблем и обеспечения необходимой трубопроводной инфраструктурой предполагается, что канадская нефть будет экспортироваться на рынок США и азиатские рынки.

Кроме углеводородов тяжелые нефти содержат нафтеновые кислоты, сульфокислоты, простые и сложные эфиры, а также редкие цветные металлы в кондиционных концентрациях. В тяжелых высоковязких нефтях содержатся и такие уникальные компоненты, как нафтеновые кислоты, сульфокислоты, простые и сложные эфиры, которые можно извлечь при переработке по специальной схеме. Стоимость этих компонентов в объеме товарной продукции, получаемой в результате переработки, может превосходить стоимость нефтепродуктов. Таким образом, для повышения экономической эффективности освоения тяжелых высоковязких нефтей необходимы современные технологии, позволя-

рождений полуострова Бузачи, особенно Каражанбаса и месторождения Северный Бузачи, характерна высокой вязкостью, большой смолистостью при значительном содержании сернистых соединений. Традиционными методами, т. е методами, которые относятся к первым и вторым этапам разрабатывать залежь трудно. На месторождении Каражанбас основными факторами, осложняющими эксплуатацию действующего добывающего фонда скважин кроме высокой вязкости являются: высокая обводненность и большое содержанием механических примесей (песка) в продукции скважин. Проблема с обводненностью добываемой продукции скважин возникла с начала разработки месторождения. Для решения проблем высоковязкой нефти и с выносом песка, в настоящее время, для месторождений с тяжёлой нефтью, разработаны и применяются новые технологии, не ограничивающие вынос песка на забой скважины (CHOPS – технология «холодной» добычи тяжелой нефти с добычей песка).

Разработка месторождений с высокой вязкостью очень сложно. Холодная добыча представляет собой нетрадиционный способ первичной добычи, при котором песок специально извлекают вместе с нефтью, водой и газом. Он реализуется в вертикальных, наклонных или наклонно-направленных скважинах с применением винтового насоса кавитационного типа. Темп добычи существенно улучшается по сравнению с традиционным способом первичной разработки не менее чем на порядок. Коэффициенты отдачи также зачастую выше, обычно в диапазоне 8–15 % от первоначальных геологических запасов, согласно рисунку 3.

Холодная добыча стала лучшим выбором для разработки нефтяных месторождений с наиболее высокой вязкостью в мире, в особенности в Канаде. Существует большое количество данных, указывающих на то, что при добыче песка образуются длинные каналы с увеличенной проницаемостью («червоточины»), которые разрастаются из скважины внутрь нефтеносного пласта на расстояния от 200 м и более Основным свойством данного способа является образование и закачивание в червоточины вспененной нефти, по мере того как они разрастаются внутрь нефтеносного пласта. «Червоточины» обеспечивают улучшенный доступ к пласту. К числу преимуществ холодной добычи относится и успех этого способа при использовании на очень тонких песчаных пластах, в зонах с эффективной мощностью пласта всего 2 м. Практический опыт привел к появлению оптимальных принципов эксплуатации, используемых в самых разнообразных полевых условиях: довольно быстрое первоначальное снижение давления в пласте (за период от нескольких недель до нескольких месяцев), после которого сохраняется очень низкое давление в призабойном пространстве (предпочтительно менее 5 слоев жидкости). Дебит песка, 0,2-0,3% добываемой жидкости, меньше на типичных канадских месторождениях. Такие объемы песка легко обрабатываются при стандартных режимах работы глубинных насосов. Промысловые данные со скважин месторождения Каражанбас так же свидетельствуют об увеличении продуктивности скважин при применении метода добычи с выносом пластового песка в 3-6 раз по сравнению с показателями при применении методов ограничивающих

вынос пластового песка, что говорит о значимости режима выноса пластового песка Вынос пластового песка – это необходимый и выгодный аспект при добыче высоковязкой каражанбасской нефти /7/.

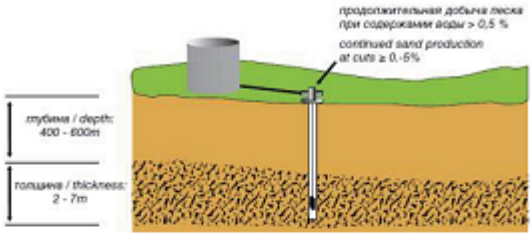


Рисунок 3. Метод холодной добычи нефти

В течение 12-18 месяцев достигается уровень общей добычи 30.000 т., и скважины продолжают работать с хорошими дебитами по прошествии 18-30 месяцев. Обводненность остается на приемлемом уровне, и приток воды не препятствует экономически выгодной добыче нефти. Метод добычи тяжелой нефти с выносом пластового песка позволяет избежать расходов связанных с производством пара, и предоставляет возможность разрабатывать тонкие нефтенасыщенные пласты, которые иначе невозможно было бы эксплуатировать какими-либо термическими или традиционными методами добычи. Месторождение Каражанбас обладает многими характеристиками, благоприятными для применения метода «холодной» добычи с песком.

Например, неглубокое залегание нефтенасыщенных пластов, состоящих главным образом из песчаника с большой пористостью, и резервуар содержит тяжелую нефть с растворенным CH4. Отсутствуют активные подошвенные воды, продуктивные зоны гомогенны в целесообразной степени, нефтенасыщенность высокая, и отсутсвуют мобильные полоски воды. Такой метод сопряжен с добычей большого количества песка из слабосцементированного коллектора, что в свою очередь приводит к существенному увеличению объема добычи нефти. Если при обычном режиме дебит составляет 2 – 5 тонн в сутки, то за счет применения холодного метода эта цифра может легко увеличиться до 10 – 15 тонн в сутки. Напротив, обычные методы первичного извлечения нефти (низкий дебит жидкости, высокий динамический уровень и установка насоса выше интервала перфорации) не вызывают высокого извлечения песка и поддерживают эксплуатационные затраты на небольшом уровне, хотя в то же время не позволяют многим скважинам работать с максимально возможными для

них дебитами. Промысловые наблюдения на месторождении Каражанбас свидетельствуют о том, что эксплуатация скважин с использованием винтовых насосов позволяет создавать значительные депрессии и получать высокие дебиты нефти, на поверхность извлекается газожидкостная смесь с песком.

Таким образом, в условиях истощения запасов традиционной легкодоступной нефти, необходимо все больше развивать технологии освоения такого источника углеводородного сырья, как битуминозная нефть. Казахстан обладает огромным потенциалом в этой области, но это требует огромных капиталовложений, к которым не все отечественные нефтедобывающие компании пока готовы. Для увеличения добычи «тяжелой» нефти необходимо дальнейшее совершенствование технологий и стимулирование налоговой политики страны.

Литература

1. Образовательный портал. Режим доступа: http://vseonefti.ru/neft/tyazhelye-nefti-Rossii.html

2. Глушкова А.С., Файзуллин Р.В. Методика оценки внутристранового объема потребления нефти // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2013. – №10. С.36-40

3. Современные методы повышения нефтеотдачи пластов // Сб. научн. трудов. – М : Наука. – 1992. – 136 с.

4. Анализ разработки месторождения Каражанбас. Миннибаева С.Б., Чеботарев С.Ю. и др. Отчет ТОО «Каспиан энерджи ресерч» по договору 006/03, Фонд ОАО «Каражанбасмунай», 2003. об.стр. -220

5. Повышение эффективности процесса регулирования разработки нефтяных месторождений. Айткулов А.У. М.: ВНИИОЭНГ, 2000 г. об. – 273 стр.

6. Калешева Г. Е. Развитие технологии добычи высоковязкой нефти на месторождении Каражанбас // Молодой ученый. – 2015. – №9. – С. 446-451.

7. CHOPS (Cold Heavy Oil Production with Sand) Development Strategy for the Karazhanbasmunai Joint Venture, Aktau Province, Kazakhstan, Maurice B. Dusseault, University of Waterloo Ph.D., P.Eng. Prepared for Karazhanbasmunai Joint Venture October 2003 page vol.- 422 p.