

**ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ  
НЕФТЕЙ**

**Т.В. Бондаренко**

Научный руководитель - старший преподаватель Ю.А. Максимова  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время наблюдается снижение количества легкоизвлекаемых запасов нефти, поэтому возрастает приоритет добычи трудноизвлекаемых запасов, которые составляют не менее 1 триллиона тонн. Вследствие этого необходимо внедрить новые методы современной разработки месторождений, содержащих трудноизвлекаемые запасы, что и является целью недропользователей и проектных организаций.

Понятие трудноизвлекаемые запасы относят к тяжелым нефтям, которые характеризуются плотностью нефти более  $0,871 \text{ г/см}^3$ , и к высоко- и сверхвязким нефтям, которые определяются вязкостью более  $30,1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ . Также стоит обратить внимание на сложность разработки и эксплуатации таких запасов, что подчеркивает их «трудноизвлекаемость».

В качестве примера по добыче трудноизвлекаемых запасов можно привести кампанию «Татнефть». В 2006 году на ОАО «ТАИФ-НК» была построена и успешно введена в эксплуатацию установка каталитического крекинга. ООО «ЛУКОЙЛ-КОМИ» в качестве растворяющей среды использовали легкую нефть Тэбукского месторождения Тимано-Печорской провинции, дополнительным методом воздействия послужило разбавление высоковязкой нефти Ярегского месторождения легкой тэбукской нефтью. На основных канадских месторождениях Atabaska, Gold Lake, Peace River используется перспективный тепловой метод по технологии Steam-Assisted Gravity Drainage. В районах Junin и Sarabobo Венесуэлы используются вертикальные и многозабойные горизонтальные скважины, а также тепловые методы добычи по технологиям Steam-Assisted Gravity Drainage и Cyclic Steam Stimulation.

Рассмотрим основные современные, как зарубежные, так и отечественные технологии, и методы разработки высоковязких нефтей. При карьерном методе порода извлекается открытым способом, поэтому он применим для нефтенасыщенных пластов, расположенных близко к дневной поверхности, имея при этом высокий коэффициент извлечения нефти от 65 до 85 %. Для выемки породы применяют землеройные машины-экскаваторы, скреперы, бульдозеры и т.п., отмыв нефти от частиц породы производится различными способами: азрированной холодной водой, горячей водой, паром, химическими реагентами и даже методом пиролиза (Пис-Ривер, Канада (плотность  $0,979 \text{ г/см}^3$ , вязкость  $3 \cdot 10 - 3 \text{ м}^2/\text{с}$ ; Атабаска, Канада (плотность  $0,97 \text{ г/см}^3$ , вязкость  $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$ )). Шахтная разработка делится на три типа: шахтно-очистная, которая предполагает подъем углеводородонасыщенной породы на поверхность, применима для глубин до 200 м и коэффициент извлечения нефти до 45%, шахтно-скважинная, предполагающая бурение кустов вертикальных и наклонных скважин для сбора нефти в горных выработках, применима к глубинам до 400 м, но коэффициент извлечения нефти очень мал. При термо-шахтном методе используется паротепловое воздействие на пласт, для глубин до 800 м с КИН до 50% (Ярегское месторождение, Республика Коми (плотность  $0,94 \text{ г/см}^3$ , вязкость  $12000 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ )). К «холодным» методам относят метод Cold Heavy Oil Production with Sand, предполагающий добычу нефти вместе с песком за счёт осознанного разрушения слабосцементированного коллектора и создания в пласте соответствующих условий для течения смеси нефти и песка с применением установок винтовых насосов и штанговых глубинных насосов, но имеющий КИН до 10% (Ллойдминстер, Канада (плотность  $0,946-1,014 \text{ г/см}^3$ , вязкость  $500-20000 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ ; месторождение Каражанбас, Казахстан (плотность  $0,92 \text{ г/см}^3$ , вязкость более  $200 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ ), а также метод закачки растворителя в пласт в режиме гравитационного дренажа Vapor Assisted Petroleum Extraction. Используются пара горизонтальных скважин, одна из которых представляет собой камеру-растворитель, а другая – добывающую скважину, в которую стекает флюид за счет разжижения нефти посредством диффузии в нее растворителя, КИН доходит до 60% (месторождение Моричал, Венесуэла (вязкость более  $1600 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ )). Внутрипластовое горение осуществляется частичным сжиганием нефти в пласте и ее вытеснением за счет вытеснения ее смесью углеводородных и углекислых газов путем их нагрева электрическими и химическими устройствами до высоких температур (Мордово-Карамальском месторождение, Татарстан). Процесс паротепловой обработки призабойной зоны пласта осуществляется путем периодической закачки пара, способствующего разогреву призабойной зоны пласта, а, следовательно, и снижению вязкости пластовой нефти, но из-за того, что воздействию подвергается только призабойная зона скважины КИН остается низким 15-20% (Ашалчинское месторождение, Татарстан (плотность  $0,962-0,967 \text{ г/см}^3$ , вязкость  $2300-2700 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ ). Метод Cyclic Steam Stimulation основывается на закачке пара при температуре выше  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение нескольких месяцев, после чего дается время на прогрев скважины и зон пласта для дальнейшего извлечения нефти. Метод используется до тех пор, пока он остается рентабельным. Парогравитационный дренаж Steam-Assisted Gravity Drainage, упомянутый ранее, является очень эффективным способом разработки высоковязких нефтей. Данная технология требует бурение двух горизонтальных, параллельных скважин вблизи подошвы пласта (рис). Верхняя скважина предназначена для нагнетания пара в пласт для создания паровой камеры. Закачиваемый пар из-за разницы плотностей поднимается к верхней части продуктивного пласта, рост паровой камеры продолжается до достижения паром кровли пласта, после чего камера начинает расширяться в стороны. В результате теплообмена пар, нагнетаемый при  $240 \text{ }^\circ\text{C}$  конденсируется в воду и стекает в нижнюю скважину с уже разжиженной от высокой температуры нефтью. Таким образом, потери тепла минимальны, что выгодно недропользователям с экономической точки зрения.



Рис. Технология добычи тяжелой нефти Steam-Assisted Gravity Drainage

Анализирую весь собранный материал, можно прийти к выводу: трудноизвлекаемая нефть – это тяжелая нефть с плотностью более  $0,871 \text{ г/см}^3$  и вязкостью более  $30,1 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ , которая не подвергается стандартным методам разработки. Именно поэтому трудноизвлекаемые запасы требуют подробного анализа свойств с целью изобретения новых технологий разработки месторождений для максимального извлечения высоко- и сверхвязких нефтей. Наиболее оптимальным решением по ее извлечению является совокупность методов парогравитационного дренажа Steam-Assisted Gravity Drainage и гидроразрыва пласта, которые были усовершенствованы путем разогрева пласта теплом химических реакций бинарных смесей, которые, реагируя под давлением, выделяют газ и тепло, уходящее в пласт под давлением, созданным самой реакцией.

#### Литература

1. Распоряжение Минприроды России от 01.02.2016 N 3-р (ред. от 19.04.2018) "Об утверждении методических рекомендаций по применению Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.11.2013 N 477". – Доступ из справ. - правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Добыча тяжёлой высоковязкой нефти // [www.to-inform.ru](http://www.to-inform.ru) URL: <https://www.to-inform.ru/index.php/arkhiv/item/добыча-тяжёлой-высоковязкой-нефти>. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.12.2018).
3. Грачёв И.Д. Высоковязкие нефтяные и природные месторождения: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений [Электронный ресурс] / И.Д. Грачёв. – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://www.ecovestnik.ru/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.12.2018).
4. Евгения Данилова, Тяжёлые нефти России [Электронный ресурс] / Евгения Данилова. – Электрон. журн. – Режим доступа: <http://vseonefti.ru/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.12.2018).
5. Кондрашева Н.К. Переработка тяжелой нефти [Электронный ресурс] / Н.К. Кондрашева, А.А. Бойцова. – Электрон. журн. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.12.2018).