

СЕКЦИЯ 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 622.013

И.Р. Абрахимов, Е.А. Степанова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: mirid@autorambler.ru; len_sta@rambler.ru*

ПОИСК НЕФТЯНЫХ ЛОВУШЕК

Затронут вопрос происхождения нефтепродуктов и образования нефтяных ловушек. Рассмотрены способы поиска нефтяных ловушек и методы бурения. Приведены преимущества и недостатки каждого способа.

Ключевые слова: нефть, газ, нефтяные ловушки, электроразведка, гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка, бурение.

I.R. Abrakhimov, E.A. Stepanova

*Kamchatsky State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: len_sta@rambler.ru; mirid@autorambler.ru*

SEARCH FOR OIL TRAPS

The question of the origin of oil products and the formation of oil traps was touched upon. The methods of searching for oil traps and drilling methods are considered. The advantages and disadvantages of each method are given.

Key words: oil, gas, oil traps, electrical exploration, gravity exploration, magnetic exploration, seismic exploration, drilling.

В современных условиях нефтедобычи большое значение приобретают поиски и разведка скоплений нефти и газа. Поэтому определение основных направлений поисков и разведки таких скоплений является одной из актуальных задач, стоящих перед нефтегазовой отраслью. Рассмотрим разные методы поиска и добычи нефтепродуктов.

Большая часть нефти и газа добывается из-под соляных куполов, зачастую имеющих грибовидную форму. Соляные купола проникающего типа образовались благодаря пластическому движению соли вверх, сквозь более плотные осадочные породы под действием силы плавучести из-за разницы в плотности пород [1]. Окружающие соляной купол пласты (песчаники, глины и карбонаты) при поднятии соли изменяли свою форму, образуя стратиграфические и структурные ловушки. Такие ловушки образуются на флангах и под выступом соляного купола в песчаниках, подвергшихся сбросам и образованию складчатости по мере поднятия соли вверх. Так как соль непроницаема для нефти и газа, то соль хорошо экранирует залежи нефти и газов.

Нефть, газ и вода медленно мигрируют сквозь проницаемые породы под действием силы тяжести и давления. Когда на пути движения углеводородов возникает непроницаемый барьер миграция заканчивается и происходит накопление нефти и газа. Такой барьер на пути миграции называется ловушкой. Так как флюиды неоднородны и имеют разную плотность, то газ поднимается вверх, вода опускается вниз, а нефть занимает положение между ними. Ловушки подразделяются на структурные и стратиграфические [2]. Структурные ловушки – следствие местных деформаций, таких как складчатость или сбросы пород. Примерами структурных барьеров являются антиклинальные ловушки, сбросовые ловушки, а также ловушки, приуроченные к соляным куполам (рис. 1).

Стратиграфические ловушки образовались под действием геологических процессов, непохожих на структурные деформации, они обусловлены характеристиками пород. Примерами таких ловушек являются остатки древнего известняка или доломитовый коралловый риф, погребенный под непроницаемыми осадочными породами (рис. 2).

Примером стратиграфической ловушки другого типа является русло палеореки, заполненное песком с примесью ила. Литология осадочных слоев может изменяться в боковом простирании, такие слои могут сходиться на нет, проявляясь в других местах в качестве совершенно другой породы. Эти превращения могут привести к снижению пористости и проницаемости в широтном направлении, в результате этого создается ловушка [3]. Несогласное залегание – другой вид стратиграфической ловушки. Несогласное залегание находится при подъеме, наклоне или эрозии свиты горных пород, содержащей будущие пласты-коллекторы, с последующим их погребением под осадочным слоем, образующим непроницаемый барьер. Несогласное залегание является собой перерыв временной геологической шкалы (рис. 3).

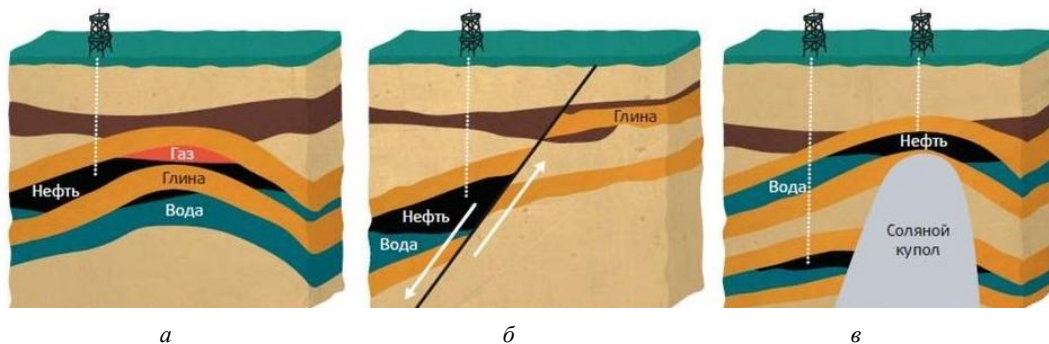


Рис. 1. Структурные ловушки:

а – антиклиналь; б – тектоническая экранированная ловушка; в – соляной купол [2]

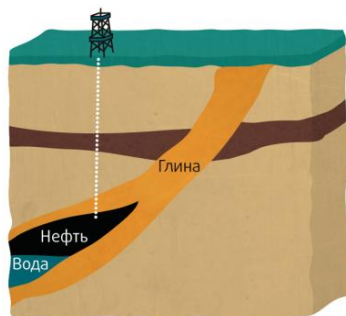


Рис. 2. Стратиграфическая ловушка: биогенный риф, залегающий в глине [2]

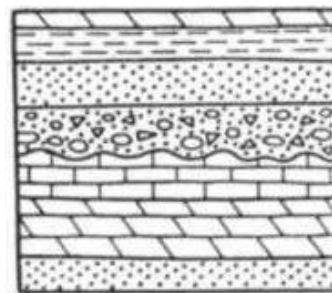


Рис. 3. Ловушка, обусловленная несогласным залеганием пластов [3]

Для обеспечения рационального распределения ресурсов и снижения затрат нефтепоисковые работы проводят по принципу от общего к частному. Сначала выявляют крупный нефтеперспективный район и, постепенно сужая площадь поисков, выявляют в этом районе наиболее перспективные точки для бурения поисковых скважин.

Основная цель поисковых работ – выявление в нефтеперспективном районе геологических структур, способных накапливать и удерживать нефть. Такие структуры, называемые ловушками, могут иметь различные конфигурации, но всех их объединяет наличие проницаемой горной породы, ограниченной непроницаемой толщей пород.

Методы поисков нефтяных месторождений подразделяют на геологические, геофизические, геохимические.

Геологические методы направлены на изучение поверхностных данных. Для этого изучаются и описываются горные породы, выходящие на поверхность земли. С этой целью находят места обнажения горных пород или бурят небольшие шурфы, чтобы узнать, что за породы залегают под современным поверхностным слоем осадочного материала. Также изучаются фотографии, сделанные с большой высоты (с самолета или из космоса). На таких снимках часто можно выявить поверхностные признаки глубинных структур, благоприятных для нефтегазонакопления. По полученным данным составляется геологическая карта, представляющая собой проекцию выходов горных пород на поверхность.

Использование таких полученных данных, к сожалению, не дает гарантированного и окончательного результата в виде точной информации о нахождении в недрах нефтегазовых залежей. Поэтому обязательно следует использовать дополнительные инструменты поиска. В качестве таких инструментов выступают различные геофизические методы [4].

Геофизические исследования представляют собой методы изучения земных недр с помощью физических явлений. К таким исследованиям относятся электроразведка, гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка.

Электроразведка основана на изучении параметров постоянного или переменного электромагнитного поля. Поскольку разные породы и насыщающие их флюиды по-разному проводят электрический ток, изучая изменения электромагнитного поля, можно сделать определенные выводы о характере залегающих пород. Высокое электросопротивление является косвенным признаком наличия нефти или газа.

Гравиразведка основана на изучении изменения гравитационного поля. Плотные горные породы могут влиять на гравитационное поле. Даже самые незначительные изменения в гравитационном поле могут указать на типы горных пород и насыщающие их флюиды, которые залегают глубоко в недрах Земли.

Магниторазведка изучает изменения магнитного поля. Осадочные породы, насыщенные нефтью, не обладают магнитными свойствами, в то время как магматические и метаморфические породы, не содержащие нефть, ими обладают. Таким образом, магниторазведка также может подсказать типы пород, залегающих в недрах. Однако наличие ловушки еще не означает присутствия нефтяной или газовой залежи.

Для месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, особенно важно увеличение выработки запасов. Эта задача может успешно решаться с помощью бурения боковых стволов из существующего фонда скважин.

Сейсмические исследования являются одним из наиболее эффективных методов поиска нефтяных месторождений. Основаны они на исследовании распространения упругих колебаний в толще горных пород. Общий план исследований таков: на поверхности (или вблизи нее) создаются звуковые колебания, которые распространяются в глубь земли расширяющейся сферой, на границах горных пород происходят различные эффекты преломления, отражения упругих волн, которые засекают на поверхности земли специальными приборами. Полученные данные записывают, анализируют и структурируют. В итоге получается довольно точное изображение геологической структуры в районе исследования [5].

Звуковые (упругие) волны, с помощью которых получают данные о глубинном строении земной коры, могут быть сгенерированы различными способами. При проведении исследований на суше производят подрыв небольших зарядов или используют специальные виброгенераторы. На море, чтобы не причинить вред морским обитателям, чаще всего применяют пневмопушку.

С развитием компьютерных технологий появилась возможность анализировать огромные массивы данных, благодаря чему стала развиваться трехмерная 3D-сейсмика. Объемное изображение, получаемое в результате 3D-сейсмики, гораздо информативнее, чем плоское, изображение, которое получают при 2D-сейсмике. Трехмерная сейсмика позволяет не только выявить перспективную геологическую структуру и оценить ее размер, но и помогает определить наиболее целесообразные точки для бурения скважин.

Вскрытие потенциального пласта-коллектора бурением является единственным методом подтверждения нефтегазоносности пласта.

Метод ударно-канатного бурения известен давно, применяется он и сейчас для разработки неглубоких скважин [6]. Установка ударно-канатного бурения состоит из подвешенной на тросе тяжелой ударной штанги с долотом на конце. Бурение осуществляется путем периодического подъема и сброса ударной штанги, к концу которой присоединено долото. Сила для разрушения породы появляется за счет конвертации потенциальной энергии в кинематическую. При бурении этим способом жидкости в скважине нет, за исключением некоторого количества воды на забое. После проходки нескольких футов штанга и долото поднимается из скважины, чтобы убрать шлам желонкой. Ударно-канатный метод весьма легок в технологическом процессе, однако пригоден лишь для бурения неглубоких скважин. Скорость проходки мала из-за низкой эффективности долота и необходимости частого подъема инструмента для очистки скважины от шлама.



Рис. 4. Оборудование роторного бурения

Роторное бурение осуществляется при помощи долота, соединенного с колонной бурильных труб, которая подвешивается на крюке талевого блока, перемещающегося по мачте посредством системы канатов и шкивов (рис. 4). Бурение происходит путем вращения бурильной колонны и долота, при этом вес УБТ (утяжеленных бурильных труб) передается на долото, благодаря чему и происходит разрушение породы. Для охлаждения и смазки долота, а также для очистки скважины от шлама в нее по бурильной колонне подается буровой раствор. При закачке на долото буровой раствор выходит через специальные насадки, очищает забой и поднимается вверх по затрубному пространству (т. е. пространству между бурильной колонной и стенка-

ми скважины), захватывая за собой шлам. Дойдя до поверхности, буровой раствор очищается, из него удаляется шлам, затем он снова поступает в скважину. Циркуляция бурового раствора позволила нарастить скорость роторного бурения, чего так не хватало ударно-канатному бурению, за счет изъятия шлама без лишних спуско-подъемных операций.

Литература

1. Миграция нефти и образование нефтяных ловушек [Электронный ресурс]. – URL: <https://lektsii.org/10-18428.html> (дата обращения: 09.09.2019).
2. Бакиров А.А. Теоретические основы и методы поисков и разведки скоплений нефти газа. В 2 т. Кн. 1. Теоретические основы прогнозирования нефтегазоспособности недр / А.А. Бакиров, Э.А. Бакиров. – М.: Недра, 2012. – 320 с.
3. Энергия недр [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2015-july-august-projects/1108606/> (дата обращения: 09.09.2019).
4. Геологическое картирование. Согласно и несогласное залегание пород [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/5775067/page:21/> (дата обращения: 09.09.2019).
5. Грабчак Л.Г. Горноразведочные работы / Л.Г. Грабчак, Ш.Б. Багдасаров, С.В. Иляхин и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 123 с.
6. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: Учеб. для вузов / Ю.П. Желтов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1998. – 365 с.
7. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин / Ю.В. Вадецкий. – М.: Академия, 2003. – 352 с.