

Датское правительство объявляет для E&P компаний новый лицензионный раунд (Danish government out to tempt E&P companies with new licensing round)

О 6-ом лицензионном раунде сообщили *First Break* и датское правительство, чтобы оповестить нефтяные компании о возможности подавать заявки на лицензии до 1 ноября 2005 г. Здесь мы говорим о некоторой дополнительной информации о последнем предложении.

Датское правительство надеется, что потенциал предстоящего 6-го лицензионного раунда окажется значительным за счет того, что могут предложить материнские и коллекторские породы разной глубины и возраста. На территории Дании резервуары представлены двумя основными типами. Это меловые резервуары и песчаники. Первые распространены по всей площади страны, за исключением острова Борнхольм. В этом случае успешная разведка УВ заключается в идентификации тех районов меловых резервуаров, где могут быть обнаружены их скопления. Что касается песчаников, то они не столь распространены, осадочные отложения могут быть сосредоточены в пределах маленькой территории. В данном случае успешная разведка, это, скорее всего, вопрос местонахождения непосредственно самих песчаников.

Продолжительная разведка, даже в таких известных резервуарах как Central Graben, выявляет новые ловушки, а следовательно, свидетельствует о возможности новых открытий УВ. Об оптимистическом настроении правительства по поводу последнего раунда можно судить по ежегодному отчету о нефти и газе Дании. Некоторые факты приводятся в этой статье. Материалы ориентированы на оценки двухлетней давности (смотрите - Hemmet, M., 2003: The hydrocarbon potential of the Danish Continental Shelf. Petroleum Geology of Northwest Europe: Proceedings of the 6th Conference. Geological Society, London, в печати).

Разведка УВ в Дании началась в 1935 г. Тогда на суше было пробурено несколько скважин. В последующие три десятилетия разведка велась в основном на суше. В 1966, в разведочной скважине A-1 были обнаружены самые первые скопления нефти в Северном море. Сейчас это территория месторождения Kraka. Как следствие, многие залежи УВ оказались сосредоточены в датском центральном грабене, в большинстве своем в меловых резервуарах.

После того, как в 1995 г. было открыто месторождение Siri, фокус разведки был перемещен в палеогенские песчаники в Siri Fairway. К концу 2003, три из четырех разведочных скважины в данном районе открыли залежи УВ, включая месторождения Cecilie и Nini. Они вошли в эксплуатацию в 2003 г. Совсем недавно, в мае 2003 г., скважина Sofie-1 обнаружила нефть в палеогенских песчаниках в Siri Fairway.

При оценке различных типов нефтегазоносных комплексов пород, необходимо обладать знаниями как о резервуарах, так и о материнских породах. Это знание можно получить из скважин. К концу 2003 г. в Дании было всего пробурено 176 разведочных скважин. В некоторых из них были обнаружены запасы УВ. Дальнейшая разведка может выявить еще больше мест их скопления.

Разведка в меловых резервуарах датской части центрального грабена оказалась очень успешной. К концу 2003 г. была пробурена 41 разведочная скважина. Коэффициент результативности разведочного бурения составил 50%. Все они, кроме одного открытия, были признаны коммерческими.

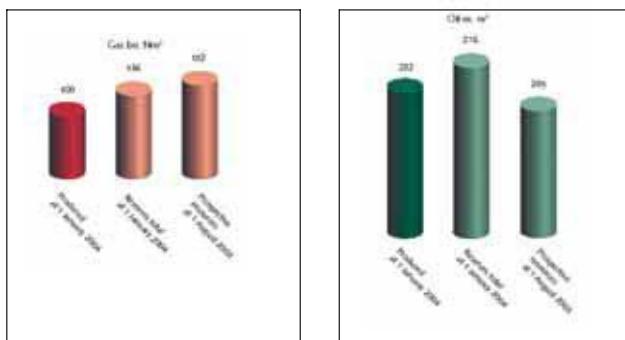
Меловые породы включают карбонатные резервуары мелового и третичного возраста. Материнской породой является юрская формация Farsund, а структурной и стратиграфической ловушкой, также как и изолирующей породой – третичный аргиллит. На некоторое время создалось такое впечатление, что разведочный потенциал в меловых резервуарах исчерпан, поскольку практически все выявленные структурные ловушки были разбурены. Однако



Разведочные скважины в Дании



Месторождения нефти и газа и соответствующие разведочные скважины.



Ресурсы в центральном грабене и Siri Fairway

ситуация изменилась в 1999 г., когда УВ были обнаружены в стратиграфических/динамических ловушках в пределах месторождения Halfdan и района Sif/Igor.

Появление этих новых типов ловушек изменило представление о меловых нефтяных системах. Они оказались динамическими. В меловых резервуарах УВ не сбалансированы и поэтому продолжают очень медленно передвигаться (несколько километров за миллион лет). Отсутствие равновесия в системе объясняется медленным потоком флюидов, относительно поздним вторжением УВ в меловой резервуар и продолжительными тектоническими движениями. Такое положение вещей характерно для районов Halfdan и Dan. Даже сегодня УВ мигрируют в месторождение Halfdan, а оттуда в Dan.

Для будущего успеха разведки в меловых резервуарах крайне необходимо учесть историю миграции УВ. Чтобы увеличить количество содержащихся в них запасов следует основное внимание уделять стратиграфическим/динамическим ловушкам и использовать улучшенные технологии разведки, разработки и добычи.

Песчаники юрского возраста составляют очень успешный нефтегазоносный комплекс пород в участках Северного моря, принадлежащих Британии и Норвегии. Что касается датского центрального грабена, то здесь разведка не столь удачна. К концу 2003 г. было пробурено 46 разведочных скважин. Коэффициент результативности разведочного бурения составил всего 35%. В эксплуатацию были введены только два месторождения: Harald и Lulita, в то время как Alma, Elly и Freja были объявлены коммерческими.

Нефтегазоносные комплексы находятся в различных песчаниковых резервуарах юрского возраста. Юрские формации Farsund и Bryne являются материнскими породами, а структурные и стратиграфические ловушки, так же как и изолирующие породы- юрские глины. Все залежи УВ в юрских песчаниках датского центрального грабена были обнаружены после бурения в ловушки с большими структурными замыканиями, в то время как многие юрские скопления в оставшейся части Северного моря встречаются в чистых стратиграфических ловушках. Таким образом, юрские открытия в них не представлены в датском центральном грабене. Это свидетельствует о низкой степени изученности поисково-разведочными работами песчаников этого района.

Песчаники отложились в разных средах, начиная от аллювиальных и заканчивая глубинно морскими.

Это значит, что разные типы песчаных горизонтов очень широко распространены. Раньше выявить отдельные песчаные горизонты было сложно, с технической точки зрения. Но недавние разработки сейсмических технологий заметно улучшили положение вещей в данном вопросе.

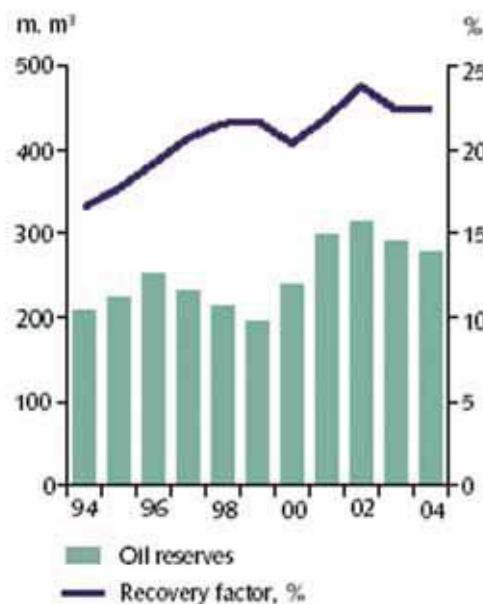
Согласно показателям глубоких разведочных скважин Hejre-1 и Svane-1, пробуренных в 2001 и 2002 гг. соответственно, песчаники на больших глубинах могут быть высоко пористыми. Глубина обеих скважин превышает 5200 м. С их помощью были открыты самые глубоко залегающие в Дании месторождения нефти и газа/кondенсата. Этот успех значительно повысил перспективность юрских песчаников. По оценкам, успех дальнейшей их разведки зависит от возможности предсказать место их расположения и качество резервуаров.

Стратиграфические ловушки в меловых резервуарах располагаются в участках с большой степенью пористости. Это свойство резервуара в хорошо определенных структурных ловушках сохраняется за счет присутствия УВ. В результате последних структурных движений, ловушка «открылась», но низкая пористость окружающего мела заставляет ее работать как изолирующий механизм.

Динамические ловушки встречаются по причине низкого коэффициента проницаемости мела. А это, в свою очередь, ведет к тому, что УВ мигрируют, но очень медленно. Поэтому эти ловушки не являются постоянными. Низкая скорость порового флюидного потока означает, что пройдет много миллионов лет, пока УВ «выйдут» из района.

Разведка УВ в Дании изначально проводилась исключительно на суше. С 1935 г. за пределами датского центрального грабена было пробурено 83 разведочных скважины, преимущественно на суше. Разведочные работы в районе восточнее $6^{\circ}15'$ велись преимущественно в юрских и триасовых песчаниках и цефштейновых карбонатах.

На настоящий момент восточнее $6^{\circ}15'$ не было обнаружено коммерческих скоплений УВ, но например, в районе Kiel существует несколько юрских месторождений, из которых ведется добыча,



район Rugen-Mecklenburg содержит нефтедобывающие цехштейновые месторождения, а в Калининграде УВ добываются из резервуаров кембрийского возраста.

Осадочные отложения на участке восточнее 6°15' обычно обладают свойствами хороших резервуаров, и многие структурные ловушки находятся именно здесь. Однако традиционно считалось, что их УВ потенциал низок по причинам неопределенности источников. Кембрийская квасцововая глина обладает великолепными качествами источника. Но поскольку период образования УВ в Дании, возможно, предшествовал формированию структурных ловушек, ничто не препятствовало удержанию УВ в глинистых породах.

Считается, что аргиллиты юрского возраста из формации Fjerritslev также обладают хорошим потенциалом материнской породы. Однако глубина залегания слоев представляется недостаточной для образования других УВ вокруг соляных куполов. Аргиллиты каменно-угольного возраста также имеют хороший УВ потенциал.

Некоторые скопления УВ были обнаружены в районе восточнее 6°15', в основном в юрских и триасовых песчаниках и цехштейновых карбонатах. Многие данные по этому участку являются относительно устаревшими, поскольку более половины всех скважин было пробурено до 1970 г.

Современные методы разведки могут внести значительный вклад в понимание нефтяных систем, сосредоточенных на этой территории, а также на перспективность восточной Дании в этом плане.

В связи с наступающим 6-ым лицензионным раундом, министерство энергетики Дании произвело оценку существующего УВ потенциала, так называемых ресурсов исключительно в центральном грабене и датском секторе Siri Fairway. Следует отметить, что на этой территории сосредоточены все месторождения, из которых производится добыча, и коммерческие залежи Дании. Более того, два района составляют часть той же самой нефтяной системы, источником которой преимущественно являются юрские аргиллиты формации Farsund.

Перспективность определяется оценкой ресурсов в идентифицированных ловушках, которые еще предстоит пробурить (разведочные участки и поисковые объекты) на всех стратиграфических уровнях. Этот процесс основан на оценке риска, которую производят нефтяные компании. Он включает в себя информацию о ресурсах, которые еще предстоит найти в неидентифицированных ловушках в изученных и не очень изученных нефтегазоносных комплексах. Процесс основан на знании структур датского центрального грабена и Siri, а также Ув открытых в районах, примыкающих к датскому сектору.

В середине 2003, по оценкам количество запасов нефти составило 205 млн м³ и 152 Нм³ газа. Это говорит о том, что в датском секторе центрального грабена и Siri Fairway сосредоточено еще около 30% всех УВ, которые еще предстоит обнаружить. Эта цифра впечатляет, если учесть еще и то, что в датской части Северного моря разведка ведется уже более 40 лет. В оценку не включены скопления УВ, которые ниже коммерческого предела в 0,8 млн м³ нефти и 0,8 млрд



Вид сверху: месторождение Dan, оператором которого является Maersk Oil and Gas for Dansk Undergrunds Consortium (DUC).

Нм³ газа. Дания представляет еще множество возможностей для разведки. Так, перспективные запасы УВ могут быть сосредоточены в еще потенциально продуктивных меловых резервуарах центрального грабена и в менее известных юрских песчаниках. Ведется также разведка в других комплексах. Была проведена успешная разведка в триасовых песчаниковых резервуарах. Разведочные работы в пределах резервуаров все того же датского сектора центрального грабена были затруднены ввиду создавшейся неопределенности на счет того, вторгается ли данный песчаник на территорию Дании. Но в 2003 г. он был выявлен разведочной скважиной Olga-1. Это может вызвать интерес к данному комплексу пород.

По оценкам оказалось, что самая большая доля не таких зрелых комплексов в центральном грабене приходится на датский сектор. Отчасти это можно объяснить тем, что в пределах данной территории главным фокусом разведки УВ был лишь один тип коллекторных пород, а именно меловой. Менее изученные комплексы, возможно, содержат высокий потенциал УВ ресурсов.

По оценкам, на 1 января 2004 г. все ресурсы составили 276 млн м³ нефти и 136 млрд Нм³ газа. Следует отметить, однако, многие ресурсы обладают относительно низкой степенью неопределенности, и возможно, не все из них будут найдены.