

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДОННАЯ БУРОВАЯ УСТАНОВКА

Синица В.В.
ИЦТТ СамГТУ, vlad_sin@mail.ru

Полей Н.Л.,
ПАЛС, Заслуженный учитель РФ

АННОТАЦИЯ

Реалии современности таковы, что запасы полезных ископаемых на материковой части планеты быстро истощаются.

Снижение себестоимости бурения на шельфе – вот основная задача, стоящая перед тяжелой промышленностью и научным сообществом на предстоящие 50...100 лет.

В данном докладе будет представлена концепция автоматизированной донной буровой установки (АДБУ), которая позволит многократно уменьшить затраты на бурение эксплуатационных и нагнетательных скважин, а так же вовлечь в разработку доселе нерентабельные месторождения на шельфе.

Концепция представляет собой последовательность технологических приемов бурения и оканчивая скважин, которые в максимальной степени могут быть автоматизированы без ущерба в надежности и безопасности всего процесса бурения и последующей эксплуатации. Каждая отдельная операция взаимосвязана с другими для обеспечения минимальной стоимости донного оборудования, не подлежащего извлечению на поверхность после окончания строительства скважины.

Определены основные направления по модернизации существующего бурового оборудования и разработки нового. Предпринята попытка глобальной унификации и двойного (множественного) использования отдельных элементов конструкции АДБУ для последовательного удешевления установки в целом. Начато поэлементное патентование отдельных узлов. Идет поиск возможных изготовителей данного оборудования.

ВВЕДЕНИЕ

Реалии современности таковы, что запасы полезных ископаемых на материковой части планеты быстро истощаются. И, несмотря на то, что продолжают проводить доразведку и еще находят месторождения на суше – среди них уже нет гигантских, сравнимых с Самотлором или Ромашкинским.

Попытки освоить залежи сланцевых нефти и газа, а также газовых гидратов – скорее от безысходности, чем реальное коммерческое мероприятие. Но даже эти трудноизвлекаемые запасы углеводородов (УВ) когда-нибудь закончатся. Останется только шельф, точнее, месторождения, скрытые под толщей воды – и вот к их разработке необходимо готовиться уже сейчас.

У кого-то этот вывод вызовет улыбку, ведь достаточно давно развито глубоководное бурение в различных частях планеты, в том числе и Арктическом регионе; добыты миллионы тонн нефти и газа. Однако не стоит забывать, что существующие технические способы освоения

подобных месторождений настолько затратны, что оставляют за гранью рентабельности большую часть морских подземных кладовых - даже с учетом прогнозного роста рыночной стоимости УВ сырья!

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Снижение себестоимости бурения на шельфе – вот основная задача, или, как любят выражаться менеджеры ВИНК – главный вызов, стоящий перед тяжелой промышленностью и научным сообществом на грядущие 50...100 лет.

В настоящей работе представлен собственный взгляд авторов на возможное решение данной проблемы, основанный на комплексном системном подходе.

2. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ

2.1. Анализ мирового опыта

Идея бурения скважин со дна моря не нова. Например, норвежский Statoil совместно с

американским космическим агентством NASA и фирмой SeaBed Rig пытаются реализовать подобное техническое решение [1]. Есть предложения о туннельном освоении месторождений УВ с берега. Даже в РФ на Правительственном уровне раздаются лозунги о строительстве подводных городов (!) для добычи полезных ископаемых.

Несмотря на техническую возможность воплощения данных проектов, все они грешат общим недостатком — увеличением затрат по сравнению с существующими способами бурения (с плавучих, самоподъемных и стационарных платформ). При разработке своей концепции авторы руководствовались другим принципом — максимальное удешевление бурения без снижения требований к безопасности и бережному отношению к окружающей среде.

2.2. Состав затрат по проектам на шельфе

Основные статьи расходов любого крупного проекта неизменны: материалы, заработная плата и энергия. В прессе довольно часто публикуют суммы затрат на строительство инфраструктуры шельфовых проектов, где семизначные цифры в общепринятой валюте — не редкость [2]. С внедрением предлагаемых инновационных решений сметы на обустройство месторождений к запуску в добычу УВ могут «похудеть» в полтора-два раза, хотя снижение стоимости самого бурения шельфовых скважин может быть гораздо более одиозным - в десятки раз! Это связано с тем, что бурение скважин является самой дорогой, но всего лишь частью работ по вводу скважин в эксплуатацию. Оптимизация затрат на другие составляющие офшорных проектов вполне возможна, но видимо, не в таких грандиозных масштабах.

Таким образом, разбивая задачу на составные части и вводя граничные условия «экономическая эффективность» и «экологическая безопасность», можно приступить к выбору и оптимизации технических решений для бурения, реализующих вышеуказанную совокупность требований.

3. КОНЦЕПЦИЯ

3.1. Выбор оптимального бизнес-процесса

Кратко суть концепции автоматизированного донного бурения можно изложить так: кустовое бурение одновременно нескольких скважин с помощью миниатюрных буровых установок (АДБУ), которые реализуют целую совокупность передовых способов строительства скважин. Среди этих способов следует отметить бурение на обсадных трубах с помощью извлекаемой компоновки низа бурильной колонны (КНБК) с

встроенными в нее скважинными приборами для проведения каротажа (LWD) во время бурения (cased while drilling - CWD Level 3); а также систему управления давлением на забое (MPD — Managed Pressure Drilling).

3.2. Технологические преимущества

К сожалению, вновь разработанные конструкции данных устройств пока еще не запатентованы, поэтому полное описание их привести не представляется возможным на текущую дату. Тем не менее, необходимо отметить, что отличия от существующих подобных систем значительные и направлены на снижение стоимости и повышение производительности бурения. Например, предполагается использовать в АДБУ инновационные способы бурения на обсадных трубах, которым, вполне вероятно, присвоят номера Уровней сложности 4 и 5, пока отсутствующих в международной классификации; а в модернизированном электромагнитном канале связи ожидается скорость передачи данных 100 Бит/с. Более подробно об инновационных разработках можно узнать в статьях [3] и [4].

Все вышеуказанные технические решения направлены на уменьшение количества промежуточных обсадных колонн, т. е. на переход к строительству так называемых «монобурных» скважин — с одним диаметром труб обсадной колонны на всю длину скважины, а также на максимальное исключение ручного человеческого труда. Цели добиться полной роботизации процесса пока не стоит, хотя все подводные манипуляции механизмов будут происходить в автоматическом режиме под присмотром (удаленным) оператора.

Матрица применения данной концепции пока ограничена эксплуатационными и нагнетательными скважинами ввиду невозможности проведения всего комплекса каротажных исследований скважин, необходимого для разведывательных скважин, особенно в плане получения керна. Благодаря этому, ниша для существующих буровых платформ остается и никакого обрушения рынка занятости не произойдет. Наоборот, появятся новые рабочие места в высокоинтеллектуальном секторе (программисты, конструкторы, логисты и пр.), а также кратно увеличатся объемы шельфового бурения.

3.3. Разделение процесса бурения на составляющие упрощает нахождение решений

Строительство скважины в свою очередь тоже раскладывается на подоперации:

1. Процесс формирования ствола скважины (бурение с удалением горной породы);

2. Крепление обсадных колонн (цементирование) с возможной установкой скважинных фильтров или перфорацией отверстий в колонне;
3. Освоение скважины (начало добычи УВ).

Во время этих операций к устью скважины требуется доставлять различные расходные материалы и оборудование, а также удалять загрязненный буровой раствор и выбуренный шлам. Для выполнения этих задач предусмотрено использование унифицированных капсул из пластиковых труб большого диаметра (2...2,5м) с вафельной стенкой, армированной стекловолокном для прочности (технология их изготовления так же требует патентования). Транспортировать эти капсулы к АДБУ намечается как с заякоренных барж над кустом скважин, так и с помощью беспилотных (роботизированных) катамаранов и подводных аппаратов — выбор конкретного варианта будет определяться совокупностью условий (глубина, удаленность от берега, штормовая/ледовая обстановка и пр.), критерий один — экономическая эффективность.

Другая проблема — подвод энергии к исполнительным механизмам АДБУ и двунаправленный обмен информации. Здесь тоже существуют несколько альтернатив, вплоть до экологически чистого — ветряной электростанции над кустом скважин, хотя с большей степенью вероятности будут задействованы те же баржи с турбогенерирующими установками, в том числе на попутном нефтяном газе (ПНГ), или трубопровод с кабелем (до берега или плавучей перевалочной базы).

Сбор и передача технологической и каротажной информации с работающих АДБУ, а также с надводных и подводных транспортеров капсул в отсутствие проводной связи с берегом, будет осуществляться по радиоканалу. ГЛОНАСС и радиобуйки помогут в позиционировании и отслеживании перемещений всех автоматизированных агрегатов, а так же в случае аварийных ситуаций.

4. АРГУМЕНТЫ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ

4.1. Недостатки существующих подходов

Благодаря отказу от громоздких плавучих, самоподъемных и, тем более, стационарных платформ в сотни, а то и тысячи раз сокращается металлоемкость на одну скважину. С учетом того, что ввиду технологических ограничений в настоящий момент распространен способ бурения шельфовых скважин из одного кондуктора,

размеры фонтанной арматуры, райзеров и прочих инструментов просто гигантские. Это налагает особые требования к изготовителям данной продукции, ее перевозке и монтажу, что существенно суживает круг возможных поставщиков, проще говоря — к монополизации рынка и соответствующему ценообразованию.

Новый способ предполагает «стандартные» размеры и обширную унификацию офшорных устройств и оборудования, которые можно будет производить на многих мира предприятиях по конкурентным ценам.

4.2. Преимущества предлагаемой концепции

АДБУ бурят только одну скважину, к тому же монобурную, причем, бурение ведется сразу нескольких скважин на кусту! И несмотря на то, что ожидается снижение скорости бурения по технологическим причинам, общие сроки ввода куста из 8...10 скважин в эксплуатацию будут меньше в несколько раз, чем при традиционном строительстве скважин на шельфе.

Заработная плата работников на морских платформах многократно превышает «материковую». Резкое сокращение потребного количества в таких высококвалифицированных специалистах и является одной из основных статей экономии. Однако необходимо отметить, что одновременно возрастет штат удаленных операторов по мониторингу бурения скважин и берегового персонала по обслуживанию транспортировщиков капсул (катамаранов и подводных аппаратов), но выигрыш на разнице оплаты труда — в дополнение к снижению сроков строительства скважины - будет все равно значительный.

Как уже не раз упоминалось, переход на наземное обслуживание глубоководного бурения будет способствовать сокращению удельных издержек на строительство одной скважины, в том числе и за счет экономии энергии и топлива — предполагается максимально использовать даровую энергию ветра и Солнца, например, в радиобуйках (одновременно оба варианта). Есть идея парусного катамарана с уникальным управлением и кинематикой.

После бурения часть оборудования АДБУ можно будет извлечь для повторного использования. Это в основном касается насосов и КНБК, ресурс которых специально будет невыработан полностью на дне моря для снижения вероятности аварий — после ремонта или техобслуживания их отправят «дослуживать» свой срок на наземные буровые.

Таким образом в АДБУ синергетически взаимосвязаны «экономическая эффективность» и «экологическая безопасность». Не вызывает сомнений, что перед внедрением новых устройств на шельфе, они будут проходить всестороннее тестирование на суше и специально сформированных водоемах на реальных месторождениях для дотошной отработки конструкции и сокращению нештатных ситуаций в море. И освоение Арктики с помощью АДБУ будет возможно только спустя несколько лет успешной работы на менее суровых шельфах Африки и Азии — слишком уж высока цена возможных катастроф.

4.3. Вариант решения задачи

В связи с этим остро стоит проблема ВРЕМЕНИ, как основного сдерживающего фактора для разработки и внедрения высокоэффективных средств бурения и добычи УВ сырья. Здесь требуется политическая воля в концентрации усилий нефтегазовых компаний с госпакетом акций на совместную работу по созданию унифицированного оборудования, что можно осуществить в виде создания совместного предприятия с паритетным финансированием и обоюдным владением интеллектуальной собственностью на технологии АДБУ.

ВЫВОДЫ

1. Осуществлен анализ состояния автоматизированного донного бурения и

подходов для его реализации различными группами разработчиков.

2. Найден уникальный вариант по воплощению донного бурения с одновременным снижением стоимости и повышением экологической безопасности.
3. Выбраны направления для модернизации существующего оборудования и разработки нового.
4. Начато поэлементное патентование устройств.
5. Предложен вариант создания совместного предприятия отечественных госкомпаний для совместного финансирования разработки потребного оборудования АДБУ и владения интеллектуальной собственностью.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Описание донной установки SeaBed Rig <http://www.rds.no/seabed-rig>
2. Sverdrup J., 2014, News http://www.statoil.com/en/NewsAndMedia/News/2014/Pages/13Feb_JohanSverdrup.aspx
3. Синица В.В., Оптимизация компоновочных схем телеметрических систем для исследований в процессе бурения, 2012, Инженерная практика, №1, стр.70-79.
4. Синица В.В., Алгоритм выбора оптимального процесса бурения, 2012, Нефтесервис, №2, стр.40-41.